

## 明 細 書

送信装置、受信装置および通信システム

技術分野

- [0001] 本発明は、主としてマイクロ波、ミリ波を用いたパルス無線における送信装置、受信装置およびそれらを用いた通信システムに関する。

背景技術

- [0002] パルス通信方式において、矩形波を用いて通信を行うと、その周波数スペクトラムが非常に広い周波数帯域を必要とする。その周波数帯域は、パルス幅を $T$ [ns]とすると、 $1/T$ [GHz]となる。周波数 $f$ の正弦波による幅 $T$ のパルスは、中心周波数 $f$ 、帯域 $2/T$ のスペクトラムを中心に、その外側に $1/T$ 間隔に複数の副次的なスペクトラムが存在する。
- [0003] 他の通信機器に対する干渉や、同一システム内での周波数チャネル確保のために、副次的なスペクトラムはもとより、主たるスペクトラムの広がる帯域をも制限することが必要とされている。この対策として、従来のパルスを用いた通信装置およびシステムに用いられている手法としては、例えば特表2003-515974号に記載の構成が知られている。図30は、特表2003-515974号に記載された従来のパルスを用いた超広帯域(UWB)データ伝送システムにおける送信装置の構成を示したものである。
- [0004] 図30において、低レベルインパルス発生器4000は、低レベルインパルスによって、オプションとしてのバンドパス型又はパルス成形型のフィルタ4002を励起する。低レベルインパルス発生器4000は、低電圧ステップ・リカバリ・ダイオード(SRD)、ツェナーダイオード、アバランシェトランジスタ、ブレークオーバーデバイス、サイリスタ、等を含む任意の数のデバイスで構成されている。ミキサ4008は、実際には、低レベルインパルス発生器4000からのインパルス励起によって、発振器4006からの信号出力を振幅調節する高速スイッチとして作用する。
- [0005] その結果得られるパルスエンベロープは、インパルス励起の元の時間ドメイン形状を保持している。フィルタ4002が利用される場合には、ミキサ4008は、バンドパスフィルタリングされた又はパルス成形された低レベルインパルス信号を、所望の動作中

心周波数にヘテロダイン、すなわち周波数変換するように作用する。

[0006] 次に、ミキサ4008の出力におけるUWB信号のバンド幅が、バンドパス型又はパルス成形型のフィルタ4002のバンド幅によって決まる。この方法を使用することにより、低レベルインパルス発生器4000を、広帯域エネルギーを所望の周波数シフトさせた状態で、より低い周波数で作動させることが可能である。

[0007] 以上の構成により、所望のスペクトラムを実現するパルス波形を目指している。

[0008] しかしながら、従来の構成では、例えばパルス幅が1ns以下の非常に短いインパルス波形を整形するパルス整形器を、デジタル回路で実現する場合、1nsの数十分の1の時間で、適宜特性を変化する動作が必要となる。現状のIC製造技術では実現が困難であり得る。また、アナログ回路で実現する場合、直流(DC)～数十GHzまでの広帯域の特性を、再現性高く実現することが必要とされる。アナログ回路は、信号に含まれる周波数成分の波長で大きさが決まるため、小型で安定に実現することが困難であり得る。

#### 発明の開示

[0009] 本発明は、安定したパルス波形発生特性を有し、量産性に優れたパルスを用いて、小型かつ安価な送信装置、受信装置および通信システムを提供する。

[0010] 本発明の送信装置は、連続パルス発生部と、変調部と、出力部とを含む構成を有している。連続パルス発生部は、複数のインパルス波形を、パルス列繰り返し周期より短い、任意の時間間隔で連続して発生する。変調部は、連続パルス発生部で発生した連続パルスを送信データで変調する。出力部は、変調部で変調した変調パルスを出力する。この構成により、複数のインパルス波形を任意の時間間隔で続けて発生させ伝送信号として用いることで、周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることが可能であり、また帯域内にヌル点を作ることができる。これらの特性により、他システムへの影響の少ない通信が実現できる。

[0011] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が発生する複数のインパルス波形のパルス幅を任意の時間に設定可能である構成であってもよい。この構成によれば、周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることが可能であり、また帯域内にヌル点を作ることができる。これらの特性により、他システムへの影響の少ない通信

が実現できる。

[0012] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が設定するパルス幅が1種類である構成であってもよい。この構成によれば、発生させるパルスの幅を1種類とすることで使う部品の種類を少なくできる。

[0013] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が設定するパルス幅が、少なくとも時間の異なる2種類である構成であってもよい。この構成によれば、帯域内ヌル点の周波数を可変にすることができ、パルス幅の種類を増やすほどヌル点位置の調整が容易になる。

[0014] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が発生する複数のインパルス波形のパルス間隔を任意の時間に設定可能である構成であってもよい。この構成によれば、周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることが可能であり、また帯域内にヌル点を作ることができる。これらの特性により、他システムへの影響の少ない通信が実現できる。

[0015] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が設定するパルス間隔が1種類である構成であってもよい。この構成によれば、発生させるパルスの幅を1種類とすることで使う部品の種類を少なくできる。

[0016] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部がパルス間隔とパルス幅とを等しく設定する構成であってもよい。この構成によれば、発生させるパルス幅およびその間隔を1種類とすることで使う部品の種類を少なくできる。

[0017] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が発生する複数のインパルス波形のパルス間隔を、連続パルス発生部が発生する複数のインパルス波形のパルス幅より短く設定する構成であってもよい。この構成によれば、周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることができる。また、パルス間隔は狭くすることが可能なため、パルス幅を時間的に短くしたのと等価的に同じ周波数スペクトラムを実現することができる。

[0018] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が、パルス間隔を、少なくとも2つの異なるパルス間隔となるように設定する構成であってもよい。この構成によれば、帯域内ヌル点の周波数を可変にすることができる。

- [0019] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が、発生するインパルス波形に立上り遅延と立下り遅延との少なくとも一方を有してもよい。この構成によれば、所望の主たる周波数スペクトラム以外の成分を抑圧できる。
- [0020] また、本発明の送信装置は、変調部で変調した変調パルスの周波数を変換する周波数変換部をさらに含み、周波数変換部が変換する周波数が、任意に選択可能である。そして、出力部が、周波数変換部で変換した変換後の変調パルスを出力する構成であってもよい。この構成によれば、さらに周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることが可能であり、また帯域内にヌル点を作ることができる。
- [0021] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部で発生した連続パルスの周波数を変換する周波数変換部をさらに含み、周波数変換部が変換する周波数は、任意に選択可能である。そして、変調部が、周波数変換部で変換した変換後の連続パルスを変調する構成であってもよい。この構成によれば、さらに周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることが可能であり、また帯域内にヌル点を作ることができる。
- [0022] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が発生するインパルス波形の周波数が一種類である構成であってもよい。この構成によれば、回路構成を簡単にできる。
- [0023] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が発生するインパルス波形の周波数が少なくとも2種類である構成であってもよい。この構成によれば、周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることが可能であり、また帯域内にヌル点を作ることができる。
- [0024] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が発生するインパルス波形の電力を、任意に設定可能である構成であってもよい。この構成によれば、周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることが可能であり、また帯域内にヌル点を作ることができる。
- [0025] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が発生するインパルス波形の電力が一種類である構成であってもよい。この構成によれば、回路構成を簡単にできる。
- [0026] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が発生するインパルス波形の電力



が少なくとも2種類である構成であってもよい。この構成によれば、周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることが可能であり、また帯域内にヌル点を作ることができる。

[0027] また、本発明の送信装置は、変調部における変調方式が複数の連続するインパルス波形を組にしてパルス位置変調する方式である構成であってもよい。この構成によれば、変調されたパルス位置によりデータ信号の通信を可能とする。

[0028] また、本発明の送信装置は、変調部における変調方式が、複数の連続するインパルス波形を組にしてパルス位相変調する方式である構成であってもよい。この構成によれば、変調されたパルス位相によりデータ信号の通信を可能とする。

[0029] また、本発明の送信装置は、パルス位相変調が、2番目以降のパルスにのみ適用される構成であってもよい。この構成によれば、復調時に、1つ目のパルスとの位相の比較をすればよいので、感度の良い復調が可能となる。

[0030] また、本発明の送信装置は、パルス位相変調が、全てのパルスに適用される構成であってもよい。この構成によれば、情報を乗せられるパルスが他の構成に比べ増えるため、多値化が可能で、より通信情報量を増やすことができる。

[0031] また、本発明の送信装置は、変調部における変調方式が、複数の連続するインパルス波形を組にしてパルス振幅変調する方式である構成であってもよい。この構成によれば、変調されたパルス振幅によりデータ信号の通信を可能とする。

[0032] また、本発明の送信装置は、パルス振幅変調が、2番目以降のパルスにのみ適用される構成であってもよい。この構成によれば、復調時に、1つ目のパルスとの振幅の比較をすればよいので、感度の良い復調が可能となる。

[0033] また、本発明の送信装置は、パルス振幅変調が、全てのパルスに適用される構成であってもよい。この構成によれば、情報を乗せられるパルスが他の構成に比べ増えるため、多値化が可能で、より通信情報量を増やすことができる。

[0034] また、本発明の送信装置は、パルス位置変調が、2番目以降のパルスにのみ適用される構成であってもよい。この構成によれば、復調時に、1つ目のパルスとの位置の比較をすればよいので、感度の良い復調が可能となる。

[0035] また、本発明の送信装置は、パルス位置変調が、全てのパルスに適用される構成

であってもよい。この構成によれば、情報を乗せられるパルスが他の構成に比べ増えるため、多値化が可能で、より通信情報量を増やすことができる。

[0036] また、本発明の送信装置は、連続パルス発生部が、特定の送信データ信号の場合のみ、複数のインパルス波形を出力する構成であってもよい。この構成によれば、複数のインパルス波形の相関により所望の周波数スペクトラムを有する信号を生成することができる。

[0037] 本発明の受信装置は、送信装置から送信された変調パルスを受信する変調パルス受信部と、変調パルス受信部で受信した変調パルスを復調して、送信データを受け取る復調部とを含む構成を有している。この構成により、複数のインパルス波形を任意の時間間隔で続けて発生する連続パルスを用いて送信された信号を、受信復調して送信データを受け取ることができる。

[0038] また、本発明の受信装置は、変調パルス受信部と、復調部とを含む。変調パルス受信部は、送信装置が、複数のインパルス波形を、パルス列繰り返し周期より短い任意の時間間隔で、連続して発生し、発生した連続パルスを、送信データで変調して送信した変調パルスを受信する。復調部は、変調パルス受信部で受信した変調パルスを復調して送信データを受け取る。復調部は、さらに、複数の連続するインパルス波形を組にしてパルス位相変調された信号を復調する復調部であって、1つ目のパルスをリファレンスとして2つ目以降のパルスの位相の変化を判定して復調する構成であってもよい。この構成によれば、精度のよいリファレンス信号を用意でき、データ信号を精度よく受信できる。

[0039] また、本発明の受信装置の復調部は、複数の連続するインパルス波形を組にしてパルス振幅変調された信号を復調する復調部であって、1つ目のパルスをリファレンスとして2つ目以降のパルスの振幅の大小を判定して復調するようにしてもよい。

[0040] この構成によれば、精度のよいリファレンス信号を用意でき、データ信号を精度よく受信できる。

[0041] また、本発明の受信装置の復調部は、複数の連続するインパルス波形を組にしてパルス位置変調された信号を復調する復調部であって、1つ目のパルスをリファレンスとして2つ目以降のパルスの位置の変化を判定して復調するようにしてもよい。

- [0042] この構成によれば、精度のよいリファレンス信号を用意でき、データ信号を精度よく受信できる。
- [0043] さらに、本発明の送信装置は、単一パルスが発生し、送信データでパルス位置変調して、出力する単一パルス送信部をさらに含む。そして、連続パルス発生部が発生する連続パルスは、複数の位相が異なるパルスを連続させたものである。さらに、変調部では、連続パルス発生部が発生した連続パルスを変調せずに、出力部に入力する構成であってもよい。この構成によれば、同期信号として位相の異なる2つのパルス対をデータ信号に対し別送することで、精度のよい受信判定ができる通信を実現できる。
- [0044] さらに、本発明の送信装置は、単一パルス送信部が出力するパルス位置変調信号と連続パルスとを共に、同じ時間だけ任意の時間分、適宜位置を変化させる構成であってもよい。この構成によれば、特定のデータ列において複数のインパルス波形をパルス繰り返し周波数より短い任意の時間間隔で連続して出力することができる。よって、複数のインパルス波形の相関により所望の周波数スペクトラムを有する信号を生成できる。
- [0045] さらに、本発明の受信装置は、2信号受信部と、相関判定部とを含む構成であってもよい。2信号受信部は、単一パルス送信部から出力されたパルス位置変調信号と、連続信号とを受信する。そして、相関判定部は、2信号受信部で受信した2つの信号を乗じることでパルス位置によって相関信号を正、負異なる位相の信号に変換して情報を判定するようにしてもよい。この構成によれば、送信装置よりデータ信号とは別に送信された位相の異なる2つのパルス対からなる同期信号により、精度のよい受信判定ができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0046] [図1]図1は本発明の第1実施例における送信装置の構成を示すブロック図である。
- [図2]図2は同実施例における送信装置の連続パルス発生部の構成を示すブロック図である。
- [図3]図3は同実施例における送信装置の連続パルス発生部の構成を示すブロック図である。

[図4A]図4Aは同実施例における送信装置の変調部の構成を示すブロック図である。

。

[図4B]図4Bは同実施例の送信装置の変調部における各信号の時間関係を示すイメージ図である。

[図5A]図5Aは同実施例における送信装置の変調部の構成を示すブロック図である。

。

[図5B]図5Bは同実施例の送信装置の変調部における各信号の時間関係を示すイメージ図である。

[図6A]図6Aは同実施例における送信装置の変調部の構成を示すブロック図である。

。

[図6B]図6Bは同実施例の送信装置の変調部における各信号の時間関係を示すイメージ図である。

[図7A]図7Aは同実施例における送信装置の連続パルス発生部と変調部とを一体化した構成を示すブロック図である。

[図7B]図7Bは同実施例の送信装置の一体化された連続パルス発生部と変調部とにおける各信号の時間関係を示すイメージ図である。

[図8A]図8Aは同実施例における送信装置の連続パルス発生部と変調部とを一体化した構成を示すブロック図である。

[図8B]図8Bは同実施例の送信装置の一体化された連続パルス発生部と変調部とにおける各信号の時間関係を示すイメージ図である。

[図9]図9は同実施例における送信装置の周波数変換部の構成を示すブロック図である。

[図10]図10は同実施例における送信装置の周波数変換部の構成を示すブロック図である。

[図11]図11は同実施例における送信装置の周波数変換部の構成を示すブロック図である。

[図12A]図12Aは同実施例の送信装置における連続パルスコサイン波形信号と従来の単一パルスコサイン波形信号のパルス波形時間軸特性を示す図である。



[図12B]図12Bは同パルス波形周波数軸特性を示す図である。

[図13A]図13Aは同実施例の送信装置における連続パルスコサイン波形信号と従来の単一パルスコサイン波形信号のパルス波形時間軸特性を示す図である。

[図13B]図13Bは同パルス波形周波数軸特性を示す図である。

[図14A]図14Aは本発明の第2実施例における送信装置の連続パルスコサイン波形信号と従来の単一パルスコサイン波形信号のパルス波形時間軸特性を示す図である。

[図14B]図14Bは同パルス波形周波数軸特性を示す図である。

[図15]図15は同実施例における送信装置の連続パルス発生部から周波数変換部の構成を示すブロック図である。

[図16A]図16Aは同実施例の送信装置における連続パルスコサイン波形信号と従来の単一パルスコサイン波形信号のパルス波形時間軸特性を示す図である。

[図16B]図16Bは同パルス波形周波数軸特性を示す図である。

[図17A]図17Aは同実施例の送信装置における連続パルスコサイン波形信号と従来の単一パルスコサイン波形信号のパルス波形時間軸特性を示す図である。

[図17B]図17Bは同パルス波形周波数軸特性を示す図である。

[図18A]図18Aは同実施例の送信装置における連続パルスコサイン波形信号と従来の単一パルスコサイン波形信号のパルス波形時間軸特性を示す図である。

[図18B]図18Bは同パルス波形周波数軸特性を示す図である。

[図19A]図19Aは同実施例の送信装置における連続パルスコサイン波形信号と従来の単一パルスコサイン波形信号のパルス波形時間軸特性を示す図である。

[図19B]図19Bは同パルス波形周波数軸特性を示す図である。

[図20A]図20Aは同実施例の送信装置における連続パルスコサイン波形信号と従来の単一パルスコサイン波形信号のパルス波形時間軸特性を示す図である。

[図20B]図20Bは同パルス波形周波数軸特性を示す図である。

[図21A]図21Aは本発明の第3実施例の送信装置における変調器の構成を示す図である。

[図21B]図21Bは同実施例の送信装置の変調器における波形信号を示す図である。

[図22]図22は本発明の第4実施例における受信装置の構成を示すブロック図である。

[図23A]図23Aは同実施例における受信装置の周波数変換部の構成を示すブロック図である。

[図23B]図23Bは同周波数変換部における信号イメージを示す図である。

[図23C]図23Cは同周波数変換部における信号イメージを示す図である。

[図24A]図24Aは本発明の第5実施例の受信装置における周波数変換部の構成を示すブロック図である。

[図24B]図24Bは同周波数変換部における信号イメージを示す図である。

[図24C]図24Cは同周波数変換部における信号イメージを示す図である。

[図25A]図25Aは本発明の第6実施例の受信装置における周波数変換部の構成を示すブロック図である。

[図25B]図25Bは同周波数変換部における信号イメージを示す図である。

[図25C]図25Cは同周波数変換部における信号イメージを示す図である。

[図26A]図26Aは本発明の第7実施例の受信装置における周波数変換部の構成を示すブロック図である。

[図26B]図26Bは同周波数変換部における信号イメージを示す図である。

[図27A]図27Aは本発明の第8実施例の受信装置における周波数変換部の構成を示すブロック図である。

[図27B]図27Bは同周波数変換部における信号イメージを示す図である。

[図28]図28は本発明の第9実施例における通信システムの構成を示す模式図である。

[図29A]図29Aは本発明の第10実施例における通信システムの構成を示す模式図である。

[図29B]図29Bは同通信システムの受信装置の構成を示すブロック図である。

[図29C]図29Cは同通信システムにおける信号イメージを示す図である。

[図29D]図29Dは同通信システムにおける信号イメージを示す図である。

[図30]図30は従来の送信装置の構成を示すブロック図である。

## 符号の説明

- [0047] 101, 1405 連続パルス発生部  
 102, 1420 変調部  
 103, 901a, 901b, 901c, 1406, 2003, 2101, 2201, 2301, 2401, 2501  
 周波数変換部  
 104, 2002 帯域制限部  
 105 電力調整部(出力部)  
 106, 2001 アンテナ  
 201, 1407 矩形波発生部  
 202, 1408 第1遅延部  
 203, 205, 1409, 1411 論理積(AND)部  
 204, 1410 第2遅延部  
 206 論理和(OR)部  
 301 第3遅延部  
 401, 501 切り替え部  
 402, 2302, 2403 遅延部  
 403, 503, 1414 合成部  
 502 反転部  
 601 減衰器  
 701 可変減衰器  
 801 信号変換部  
 802a, 802b 可変減衰器  
 902, 1101, 1412, 1413 発振器  
 903 ミキサ  
 904 連続パルス信号入力端子  
 905 連続パルスコサイン波形信号出力端子  
 1001 スイッチ  
 1201, 1203, 1301, 1303, 1401, 1403, 1501, 1503, 1601, 1603, 1701

, 1703, 1801, 1803, 1901, 1903 連続パルスコサイン波形信号  
1202, 1204, 1302, 1304, 1402, 1404, 1502, 1504, 1602, 1604, 1702  
, 1704, 1802, 1804, 1902, 1904 単一パルスコサイン波形信号  
1415 コサイン波形信号出力端子  
1421 第1変調器  
1422 第2変調器  
2004 復調部  
2102, 2202, 2402, 2502 受信信号入力端子  
2103 検波部  
2104, 2505 LPF  
2105, 2206, 2405, 2506 周波数変換後の受信信号出力端子  
2203 相関用連続パルスコサイン波形信号生成部  
2204, 2504 相関器  
2205 相関判定部  
2404 比較器  
2503 相関信号入力端子  
3101 ホームサーバ  
3102 テレビ(TV)  
3103, 3104 パーソナルコンピュータ(PC)  
3201 第1移動体  
3202 第2移動体  
3203 測距エリア  
3210 受信アンテナ  
3211 受信高周波部  
3212 フライングタイム算出部  
3213, 3215 送信パルス波形  
3214, 3216 受信パルス波形  
3301 データ並び判定器



## 3302 パルス位置変調器

## 発明を実施するための最良の形態

[0048] 以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら説明する。

[0049] (第1実施例)

図1は、本発明の第1実施例における送信装置の構成を示すブロック図である。

[0050] 図1において、送信装置は、パルスを用いた通信装置であって、連続パルス発生部101と、変調部102と、周波数変換部103と、帯域制限部104と、電力調整部105と、アンテナ106とを備える。連続パルス発生部101は、連続パルスを発生する。変調部102は、連続パルス発生部101が発生した連続パルスを変調する。周波数変換部103は、変調部102が変調した連続パルスの周波数を変換する。帯域制限部104は、周波数変換部103が周波数変換した信号の帯域を制限する。電力調整部105は、帯域制限部104が帯域を制限した信号の出力電力を調整し出力する出力部である。アンテナ106は、電力調整部105からの出力を放射する。

[0051] 連続パルス発生部101は、単独パルスの繰り返し周期より短い時間間隔で、単独パルスに加えて、少なくとも1つの別のパルスが連なった連続パルス信号を発生する。連続するパルスそれぞれの幅、パルスの間隔については後に詳細に記載する。変調部102は、連続パルス信号に情報を与えることで、通信対象の装置に対し、情報を伝達することを可能とする。

[0052] 周波数変換部103は、変調された連続パルス信号を、通信装置が無線通信可能な使用周波数帯の信号である連続パルスコサイン波形信号へと周波数変換する。連続パルスコサイン波形信号は、帯域制限部104で帯域制限を行った後、電力調整部105で送信電力の調整を行い、アンテナ106から送信される。

[0053] 引き続き、各機能について具体的な構成例について説明する。

[0054] 図2は、本実施例における連続パルス発生部の構成を示すブロック図である。矩形波発生部201で発生した連続する矩形波は2分岐されて、一方を任意の時間だけ第1遅延部202で遅延させ、論理積(AND)部203に入力する。更に第1遅延部202の出力を第2遅延部204で遅延させAND部205に入力する。AND部203およびAND部205の出力を論理和(OR)部206に入力することで、その出力として2つのパル

スが連なった連続パルス信号を生成する。なお、連続パルス信号のそれぞれのパルスの幅、パルス間隔は、第1遅延部202、第2遅延部204の遅延時間を変えることで任意に調整可能である。

[0055] 図3は、本実施例における図2とは異なる構成の連続パルス発生部の構成を示すブロック図である。

[0056] 図3に示す連続パルス発生部は、遅延回路と論理回路の位置を変えることで、論理回路の数を少ない構成としている点が、図2とは異なる。図3において、矩形波発生部201で発生した連続する矩形波は2分岐されて、一方を任意の時間だけ第1遅延部202で遅延させ、AND部203に入力する。更にAND部203の出力を2分岐し、一方を任意の時間だけ第3遅延部301で遅延させ、OR部206に入力することで、その出力として2つのパルスが連なった連続パルス信号を生成する。なお、連続パルス信号のそれぞれのパルスの幅、パルス間隔は、第1遅延部202、第3遅延部301の遅延時間を変えることで任意に調整可能である。

[0057] 図4Aは、本実施例の変調部の構成を示すブロック図である。本変調部102の変調方式はパルス位置変調(PPM変調)である。簡単のために2値の場合について記載するが、変化させるパルスの位置を増やし、4値又は更に多値化しても同様に実現可能である。図4Aにおいて、連続パルス発生部101から出力された連続パルス信号は、別途入力されるデータ信号によって、切り替え部401で2つの端子に切り替えて出力される。

[0058] データ信号の値が“0”の場合は合成部403にそのまま入力され、データ信号の値が“1”の場合は、矢印で示したように、遅延部402で適当な時間遅延させた後、合成部403に入力される。図4Bは、本実施例の変調部102における各信号の時間関係を示すイメージ図である。ここでは遅延部402の遅延時間を、データ信号の1シンボル時間 $T_s$ の半分とした場合を示している。

[0059] なお、図4A、4Bでは変調部102の変調方式がPPM変調の場合で説明した。しかし、図5Aに示すように、切り替え部501はデータ信号によって連続パルス信号を切り替え、反転部502によって切り替え部501からの信号を反転した信号と切り替え部501からの信号とを合成部503で合成する。、図5Bに示すようにパルスの位相に情報

を付加する、バイフェーズ(以下、Biphaseと記す)変調としても同様に実施可能である。

[0060] また、図6Aに示すように減衰器601を用いることによって信号の振幅をかえて、図6Bに示すようにパルスの振幅に情報を付加する、パルス振幅変調(PAM変調)としても同様に実施可能である。PAM変調としては、図7Aに示すように連続パルス発生部101と変調部102とを一体化し、連続パルス発生過程に可変減衰器701による振幅変調の機能を組み込むことで、図7Bに示すような連続パルス信号の一方のパルスの方に振幅変調してもよい。また、図8Aに示すように、信号変換部801でデータ信号を変換した後、可変減衰器802a、802bを用いて、図8Bに示すような連続パルス信号の両方に、それぞれ別の振幅変調をすることによっても同様に実施可能である。

[0061] 図9は、本実施例の周波数変換部の構成を示すブロック図である。図9において、周波数変換部901aは、例えば発振器902とミキサ903とから構成される。連続パルス信号入力端子904から入力された連続パルス信号と、発振器902から出力されたコサイン波形信号とを、ミキサ903で乗ずることにより、ミキサ903は連続パルスコサイン波形信号を生成し、連続パルスコサイン波形信号出力端子905から出力する。

[0062] 図10は、図9とは異なる構成の本実施例の周波数変換部を示すブロック図である。図10において、ミキサ903ではなく、スイッチ1001を用いている点が図9と異なる。図10において、周波数変換部901bは、発振器902とスイッチ1001とから構成され、連続パルス信号でスイッチ1001をオン(ON)/オフ(OFF)することによって連続パルスコサイン波形信号を生成する。

[0063] また、図11は、図9、図10とは異なる本実施例の周波数変換部を示すブロック図である。ミキサ903やスイッチ1001を用いずに、発振器1101の発信動作を直接ON/OFFする点が図9、10の構成と異なる。周波数変換部901cは、間欠的に発振の開始/停止動作が可能な発振器1101のみで構成されている。連続パルス信号を制御信号として発振器1101の発振開始/停止させることによって連続パルスコサイン波形信号を生成する。

[0064] 以下に、連続パルスコサイン波形の特性を示す。

[0065] 図12Aは、本実施例の送信装置における連続パルスコサイン波形信号と、従来の

単一パルスコサイン波形信号とのパルス波形時間軸特性を示す波形図である。図12Bは、それらのパルス波形周波数軸特性を示す図である。連続パルスコサイン波形信号1201、単一パルスコサイン波形信号1202は共に、24GHzのコサイン波形信号より構成されており、単一のパルス幅は1nsとしている。連続パルスコサイン波形信号1201は、2つのパルスを連続させた例を示しており、パルスの間隔は1nsとしている。

[0066] 単一パルスコサイン波形信号1204の周波数スペクトラムが中心周波数24GHz、帯域約2GHzに広がっている。一方、連続パルスコサイン波形信号1203の周波数スペクトラムは、中心周波数は24GHzで同じであるが、帯域は約0.5GHzと1/4に狭まっている。また、スペクトラム中の最大値から10dBおよび20dB以内となる帯域も、単一パルスコサイン波形信号1204は、10dB帯域が1.6GHz(以下、1.6GHz@10dBというように記す)、20dB帯域が1.8GHz(以下、1.8GHz@20dBというように記す)である。一方、連続パルスコサイン波形信号1203は、1.2GHz@10dB、1.4GHz@20dBであり、使用する帯域を0.4GHz狭めることが可能である。

[0067] 図13Aは、本実施例の送信装置における連続パルスコサイン波形信号と、従来の単一パルスコサイン波形信号とのパルス波形時間軸特性を示す図である。図13Bは、それらのパルス波形周波数軸特性を示す図である。それらの特性が図12A、12Bと異なるのは、適当な立上り／立下り特性を与えた点である。図13Aに示す連続パルスコサイン波形信号1301、単一パルスコサイン波形信号1302は共に、24GHzのコサイン波形信号より構成されている。単一パルスコサイン波形信号1302のパルス幅は2.1nsとしている。

[0068] 連続パルスコサイン波形信号1301は、2つのパルスを連続させた例を示しており、パルス幅1.3nsのパルスをパルス間隔0.5ns、つまり0.5nsだけ重なる波形としている。単一パルスコサイン波形信号1304の主スペクトラムは中心周波数24GHz、帯域約1.2GHzに広がり、これに隣接する成分のスペクトラムとの電力差が約12dBである。一方、連続パルスコサイン波形信号1303の主スペクトラムは中心周波数24GHz、帯域約1.2GHzに広がり、これに隣接する成分のスペクトラムとの電力差を約20dBと大きくすることが可能である。



[0069] 以上の構成とすることで、例えば図4B、図5B、図6B、図7B、図8Bに示すように、複数のインパルス波形をパルス繰り返し周波数より短い任意の時間間隔で連続して出力する。具体的には、例えば図12Aでは、パルス間隔は1nsの場合で示している。この複数のインパルス波形の相関により所望の周波数スペクトラムを有する信号を生成する。これにより、安定したインパルス波形発生特性を有し、量産性に優れたパルスを用いた送信装置および通信システムの送信装置側を小型かつ安価に実現できる。

[0070] なお、パルス間隔( $P_t$ )をパルス幅( $T$ )に対し、 $0 \leq P_t \leq 3T$ とすれば、周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることが可能である。連続するパルスが相関関係にあることを利用しているため、パルス間隔はパルス繰り返し周期の半分より短ければよい。しかし、パルス間隔を広げることはパルス繰り返し周期を長くすることになり、一定時間に発生するパルス数を減らしてしまう。これでは伝達可能な情報量が減ってしまうため、現実的には時間差 $0 \sim 3T$ 程度となる。時間差がパルス幅以下では複数のパルスが重なってしまうが、パルスの周波数を変えたり、重ねることで、例えば図13A、13Bにあるように主帯域(図中では25GHz)の電力を低くして、やや帯域を広げ、合わせてサイドローブ(図中では22.8GHzや25.2GHz)を大幅に抑圧する効果が得られる。これにより、平均電力と最大電力で送信電力を規定される通信方式で、本実施例を用いれば、帯域内に平均的にスペクトラムを広げることで総送信電力を大きくできる。その結果、通信距離を長く、又は誤りの少ない通信を実現できると共に、帯域外電力を下げることで、これを抑圧するために機器に実装されるフィルタの実現を容易にする。これにより、機器の低コスト化、小型化を実現できるといった新たな効果が出る。

[0071] (第2実施例)

図14Aは、本発明の第2実施例における送信装置の連続パルスコサイン波形信号と従来の単一パルスコサイン波形信号のパルス波形時間軸特性を示す図である。図14Bは、それらの波形信号のパルス波形周波数軸特性を示す図である。図15は、本実施例の送信装置の連続パルス発生部1405から周波数変換部1406を示すブロック図である。

- [0072] 本実施例が、第1実施例と異なるのは、連続パルスコサイン波形信号の連続するパルスのコサイン波形信号を、異なる周波数の信号とした点である。本実施例の構成は、図2に示す矩形波発生部201、第1遅延部202、第2遅延部204、AND部203、205の構成と同じで、それぞれ矩形波発生部1407、第1遅延部1408、第2遅延部1410、AND部1409、1411に対応する。
- [0073] 本実施例は、図12A、12Bと異なり、連続するパルスのコサイン波形信号は異なる周波数の信号である。図14Aにおいて、連続パルスコサイン波形信号1401は、23.5GHzのコサイン波形信号と24.5GHzのコサイン波形信号とにより構成されている。単一パルスコサイン波形信号1402は、24GHzのコサイン波形信号より構成されている。パルス幅は単一パルスコサイン波形信号1402を2.0ns、連続パルスコサイン波形信号1401は2つのパルスを連続させた例を示している。そして、パルス幅1.0nsのパルスをパルス間隔0ns、つまり時間差なく2.0nsとなる波形としている。
- [0074] パルス発生時間は共に2.0nsである。しかし、単一パルスコサイン波形信号1404の主スペクトラムは中心周波数24GHz、帯域約1.0GHz@10dBに広がる。一方、連続パルスコサイン波形信号1403の主スペクトラムは中心周波数24GHz、帯域約2GHz@10dBに広がり、単位周波数あたりの電力も約10dB引き下げることが可能である。
- [0075] その実現手段は、図2および図3、図9、図10、図11と若干異なる。連続パルス信号は、連続パルス発生部1405では連なるパルスに合成されない。そして、変調部1420の第1変調器1421と第2変調器1422とでそれぞれデータ信号で変調される。その後、周波数変換部1406に入力され、それぞれ周波数の異なる2つの発振器1412、1413に加えられる。合成部1414で周波数の異なる連続するコサイン波形信号として生成され、出力端子1415より出力される。
- [0076] なお、本実施例では、連続パルス発生部1405で発生した連続パルスに変調部1420で変調した後に、周波数変換部1406で周波数を変換する場合で説明した。しかし、本発明はこれに限定されない。連続パルス発生部で発生した連続パルスを、周波数変換部で周波数変換した後に、変調部で変調しても同様の効果が得られるものである。

[0077] 従来は、単一パルスに適当な繰り返し周期で生成し、これに位置、振幅、位相等の変調をすることで通信を行っていた。一方、本発明では、パルスを1つではなく2つ以上セットにし、これを適当な繰り返し周期で生成し、これを連続パルスと呼ぶ。従来の単一パルスを用いるやり方ではパルスのエンベロープのみで周波数スペクトラムが決まってしまう為、スペクトラムの周波数特性を制御するには、1ns以下の短いパルスのエンベロープの形をコントロールする必要があり、実現するのは困難であり得た。しかし、連続パルスを使えば、個々のエンベロープではなく、パルスの間隔、振幅差、位相差、周波数差を変えることでスペクトラムの周波数特性をコントロールすることができる。パルス間隔、振幅差、位相差、周波数差をコントロールすることは容易であり、連続パルスを用いてスペクトラムの周波数特性を制御することは、実現性が高い。

[0078] 図16Aは、本実施例の送信装置の連続パルスコサイン波形信号1501と従来の単一パルスコサイン波形信号1502とのパルス波形時間軸特性を示す図である。図16Bは、それらの波形信号のパルス波形周波数軸特性を示す図であり、連続パルスコサイン波形信号1503と単一パルスコサイン波形信号1504とを示している。図16A, 16Bで示す特性が、図14A, 14Bと異なるのは、連続するパルスのパルス間隔を1.0nsとした点である。この場合、連続パルスコサイン波形信号1503の主スペクトラムは、中心周波数24GHz、帯域約2.2GHz@10dBとなる。特長は24GHzの信号発射を30dB以上抑圧できる点である。

[0079] 図17Aは、本実施例の送信装置の連続パルスコサイン波形信号1601と、従来の単一パルスコサイン波形信号1602とのパルス波形時間軸特性を示す図であり、2ns～3nsに存在する2つの周波数の異なるパルスを重ねた場合の時間軸特性である。2つの周波数の異なるパルスは、パルスの最初では位相が異なるため、その振幅は完全ではないが足し合わされる。何周期か経つと位相関係が変化し、振幅が相殺される。また何周期か経つと更に位相関係が変化し、振幅が足し合わされるようになる。

[0080] 図17Bは、それらの波形信号のパルス波形周波数軸特性を示す図であり、連続パルスコサイン波形信号1603と単一パルスコサイン波形信号1604とを示している。図17A, 17Bで示す特性が、図14A, 14Bと異なるのは、連続するパルスのパルス間

隔を $-1.0\text{ns}$ 、つまり全て重なるようにした点である。この場合、連続パルスコサイン波形信号1603の主スペクトラムは、中心周波数 $24\text{GHz}$ 、帯域約 $2.2\text{GHz}@10\text{dB}$ となる。特長は $24\text{GHz}$ の信号発射を $30\text{dB}$ 以上抑圧できる点である。

[0081] 図18Aは、本実施例の送信装置の連続パルスコサイン波形信号1701と、従来の単一パルスコサイン波形信号1702とのパルス波形時間軸特性を示す図である。図18Bは、それらの波形信号のパルス波形周波数軸特性を示す図であり、連続パルスコサイン波形信号1703と単一パルスコサイン波形信号1704とを示している。図18A、18Bで示す特性が、図17A、図17Bと異なるのは、連続するパルスのコサイン波形信号を同一位相とせず、適当な位相差を有するようにした点である。例えば、図18A、18Bでは位相差が $30^\circ$ の場合を示している。

[0082] この場合、単一パルスコサイン波形信号1704、連続パルスコサイン波形信号1703共に主スペクトラムは、中心周波数 $24\text{GHz}$ 、帯域約 $3\text{GHz}@50\text{dB}$ とする。中心周波数での電力に対し、 $10\text{dB}$ 低い電力となる帯域が、単一パルスコサイン波形信号1704では $2\text{GHz}$ である。一方、連続パルスコサイン波形信号1703では $2.5\text{GHz}$ と広げることが可能で、使用可能帯域を効率よく利用できる。図18Aに示す波形も、図17Aと同様の理由で、初期位相が異なるため、振幅が相殺される時間が異なり、振幅が変化する。

[0083] 通常の通信を含めて、通信における周波数帯域の使い方は、信号を出してよい帯域(通信帯域)、それに隣接する信号を出してはいけない帯域(隣接帯域)がある。また、通常の通信では最大電力のみ規制されるのに対し、パルス通信独特の規制として、送信電力は通信帯域内の最大電力と平均電力の両方で決められる。つまりパルス通信で最も送信電力を大きくする方法は、通信帯域内に均一に信号を出すことである。しかしながら、例えば通常の矩形パルスでは図18Bの単一パルスコサイン波形信号1704の示すように、帯域の両端が落ちてしまい、総電力で数 $\text{dB}$ 低い電力しか送れない。これに対し、連続パルスでは連続パルスコサイン波形信号1703に示すように両端の落ち方を改善しているので、総電力を大きくすることができる。

[0084] 図19Aは、本実施例の送信装置の連続パルスコサイン波形信号1801と、従来の単一パルスコサイン波形信号1802とのパルス波形時間軸特性を示す図である。図1



9Bは、それらの波形信号のパルス波形周波数軸特性を示す図であり、連続パルスコサイン波形信号1803と単一パルスコサイン波形信号1804とを示している。図19A、19Bの特性が、図18A、18Bと異なるのは、連続するパルスのコサイン波形信号の位相差を異なる値にした点である。初期位相を制御することでパルスの時間波形、周波数スペクトラムを任意に制御できる。この場合、単一パルスコサイン波形信号1804、連続パルスコサイン波形信号1803は共に、主スペクトラムは中心周波数24GHzである。中心周波数での電力に対し、10dB低い電力となる帯域が、単一パルスコサイン波形信号1804では1.4GHzである。一方、その帯域が連続パルスコサイン波形信号1803では2.0GHzと広げることが可能で、使用帯域に効率よく使用することが可能な点である。

[0085] ここで本発明の連続パルスで隣接帯域をどれだけ抑圧できるかについて説明する。例えば図19Bで隣接帯域が22.2GHzとすると、従来の単一パルスでは22.5GHzにある山の成分は24GHzにある山で一意に決まってしまうが、本発明の連続パルスとすることで22GHzにある山の成分を低く抑えることができる。つまりは、連続パルスとすることで隣接帯域に発生する成分を低くできる。隣接帯域の成分はフィルタで抑圧する必要があるため、もともと発生する成分が小さいことはフィルタが簡単なものですむという大きな効果を得ることができる。以上のように、本発明の連続パルスを用いることで、メインの信号成分だけでなく、サイドに発生する信号成分も容易にコントロールすることができる。

[0086] 図20Aは、本実施例の送信装置の連続パルスコサイン波形信号1901と、従来の単一パルスコサイン波形信号1902とのパルス波形時間軸特性を示す図である。図20Bは、それらの波形信号のパルス波形周波数軸特性を示す図であり、連続パルスコサイン波形信号1903と単一パルスコサイン波形信号1904とを示している。図20A、20Bの特性が、図16A、16Bと異なるのは、連続するパルスのコサイン波形信号の位相差を異なる値として中心周波数を変えた点である。この場合、単一パルスコサイン波形信号1904の主スペクトラムは、中心周波数24GHzである。一方、連続パルスコサイン波形信号1903の主スペクトラムは、中心周波数23.45GHzである。このように、位相を任意に変化させることで中心周波数を変化させることが可能である。

[0087] 以上の構成のように、複数のインパルス波形をパルス繰り返し周波数より短い、任意の時間間隔で連続して出力することで、この複数のインパルス波形の相関により所望の周波数スペクトラムを有する信号を生成できる。安定したインパルス波形発生特性を有し、量産性に優れたパルスを用いた送信装置および通信システムの送信装置側を小型かつ安価に実現できる。

[0088] (第3実施例)

図21Aは、本発明の第3実施例の送信装置における単一パルス送信部の構成を示す図である。図21Bは、同実施例の送信装置の単一パルス送信部における波形信号を示す図である。本実施例において、第1実施例と異なるのは、変調連続パルス信号を、特定のデータ列のときのみパルス間隔を狭めて構成した点である。図21Aにおいて、データ信号はまずデータ並び判定器3301に入力される。データ並び判定器3301はデータ信号中の特定のデータ列を判定する。特定のデータ列としては例えば、‘1’の連続としてもよい。図21Bを用いて各信号の概要を説明する。データ信号は‘1’又は‘0’が任意に繰り返される信号である。パルス信号は送信されるパルス幅を決める信号である。基本的な変調方式として、例えばオン・オフ・キーイング(以下、OOKと記す)変調の場合で説明する。OOK変調後、‘1’ではパルスが存在し、‘0’ではパルスが存在しない。次に、データ並び判定器で‘1’が2つ並んでいることを判定した場合、連続する‘1’では、2つのパルスの位置を寄せる。

[0089] 以上のように、連続する‘1’といった特定のデータ列において、複数のインパルス波形を、パルス繰り返し周波数より短い任意の時間間隔で連続して出力する。これにより、複数のインパルス波形の相関により所望の周波数スペクトラムを有する信号を生成することができる。安定したインパルス波形発生特性を有し、量産性に優れたパルスを用いた送信装置および通信システムの送信装置側を小型かつ安価に実現できる。

[0090] なお、以上の説明では変調方式としてOOK変調を用いた例を示したが、図21Bに示すように、Biphase変調、PPM変調においても同様の効果が得られる。

[0091] また、以上の説明では特定のデータ列として、‘1’が2つ連続した場合について説明した。‘1’が3つ以上等の場合にパルス位置を寄せるように制御することで、周波

数スペクトラムの制御パラメータを増やしてもよい。これにより自由度の高いスペクトラム制御を行なうことができ、周波数抑圧や帯域制限の機能を高めることができる。

[0092] (第4実施例)

図22は、本発明の第4実施例における受信装置の構成を示すブロック図である。

[0093] 前述の第1実施例、第2実施例の送信装置から送信された信号を受信する受信装置について説明する。

[0094] 図22において、パルスを用いた通信装置である受信装置は、アンテナ2001と、帯域制限部2002と、周波数変換部2003とを含む変調パルス受信部と復調部2004とを備える。アンテナ2001は送信装置からの連続パルス信号を受信する。帯域制限部2002はアンテナ2001で捕捉した信号の帯域を制限し、所望の信号のみを取り出す。周波数変換部2003は帯域制限部2002を通過した信号の周波数を、デジタル信号処理可能な信号に変換する。復調部2004は周波数変換部2003で変換した信号を復調しデータ信号が抽出する。

[0095] 各機能について具体的な構成例について説明する。

[0096] 図23Aは、本実施例における受信装置に含まれる周波数変換部の構成を示すブロック図である。図23Bおよび図23Cは、同周波数変換部における信号イメージを示す図である。図23Aは、周波数変換部2101の対象となる変調方式を、送信装置の第1実施例における図4A、4Bに示すような2値PPMを用いた場合について示す。本構成は、エンベロープ検波となっており、送信装置といった通信対象である他の装置より2値PPM変調されて送信された信号は、本装置のアンテナ2001で受信される。受信信号は、帯域制限フィルタである帯域制限部2002によって通信帯域外の不要電波を除去し、周波数変換部2101の受信信号入力端子2102に入力される。

[0097] 受信信号入力端子2102に入力された受信信号は、検波部2103およびLPF2104によって高周波成分を取り除き、積分処理することによってパルス状信号が再現される。検波部2103は、例えばダイオードを用いた整流回路によって実現可能である。図23Bにおいて、受信信号は2つの連続するパルスがセットになっている。これを検波部2103にて整流する。本実施例の検波出力は半波整流した信号である。なお、整流方法は半波整流に限定されず、半波倍圧整流や全波整流でもよい。検波出

力はLPF2104にて積分されることにより周波数変換部2101の出力信号となり、周波数変換後の受信信号出力端子2105から出力される。なお、LPF2104の周波数特性によって図23Cに示すように、連続するパルスそのまま出力信号としてもよい。

[0098] 以上のように、送信信号を検波器のような簡単な受信部で復調でき、複数のインパルス波形をパルス繰り返し周波数より短い、任意の時間間隔で連続して出力することができる。それにより、この複数のインパルス波形の相関により所望の周波数スペクトラムを有する信号を生成できる。安定したインパルス波形発生特性を有し、量産性に優れたパルスを用いた受信装置および通信システムの受信装置側を小型かつ安価に実現できる。

[0099] (第5実施例)

図24Aは、本発明の第5実施例における受信装置の周波数変換部の構成を示すブロック図である。図24Bは、同受信装置の周波数変換部における信号イメージを示す図である。本実施例が、第4実施例と異なるのは、受信復調方式にエンベロープ検波方式ではなく、同期検波方式を用いている点である。

[0100] 図24Aに示す周波数変換部2201の対象となる変調方式として、図4A, 4Bに示すような2値PPM変調信号を復調する場合について説明する。本構成は同期検波となっている。第4実施例のエンベロープ検波とは異なり、周波数変換部2201内に相関用連続パルスコサイン波形信号生成部2203を有する。受信信号入力端子2202から入力された受信信号と相関用連続パルスコサイン波形信号生成部2203からの相関信号とを相関器2204に入力することによって相関させる。この結果を用いて後述の復調部における復調処理を行う。これにより、例えばパルスが存在しない部分でのノイズ等による判定誤りを低減することができる。

[0101] 本構成では、LPF2104を通過した相関器2204の出力を相関判定部2205がモニタリングする。相関判定部2205が相関用信号と受信信号の時間タイミングのずれを検出して、相関タイミング調整用の信号を相関用連続パルスコサイン波形信号生成部2203にフィードバックする。相関用連続パルスコサイン波形信号生成部2203は、この信号を元に相関信号の出力タイミングを変更することで同期を確立する動作を行う。相関判定部2205は、周波数変換後の受信信号出力端子2206へ周波数変換後



の受信信号を出力する。図24Bにおいて、相関用信号を、PPMの変調の“0”、“1”のいずれの位置に対しても、2つの連続するパルスが存在するようにする。但し、“0”と“1”では連続するパルスの位相が180度反転しており、相関器出力は“0”と“1”の位置によって正、負逆の波形となる。

[0102] 以上の例では受信信号と相関信号のタイミングが一致している、すなわち同期状態の場合を示した。しかし、受信信号と相関信号には時間関係に関連はないため、何らかの手段でタイミングを一致させる必要がある。そのため、LPF2104の出力を相関判定部2205に入力する。そして、例えば、信号の積算電力がある一定値以下ではタイミング不一致と判断して、相関タイミング調整を相関用連続パルスコサイン波形信号生成部2203に指示する。これにより図24Bに示すようにタイミングが一致した状態とする。例えばタイミングかずれている場合の信号を図24Cに示す。ここでは連続するパルスの一方にしか相関信号が一致しておらず、図24Bと比べると積算電力は半分となる。なお、これ以上ずれている場合は、相関器2204の出力には信号は現れない。

[0103] 以上のように、複数のインパルス波形をパルス繰り返し周波数より短い、任意の時間間隔で連続して出力することで、この複数のインパルス波形の相関により所望の周波数スペクトラムを有する信号を生成できる。安定したインパルス波形発生特性を有し、量産性に優れたパルスを用いた受信装置および通信システムの受信装置側を小型かつ安価に実現できる。

[0104] (第6実施例)

図25Aは、本発明の第6実施例における受信装置の周波数変換部の構成を示すブロック図である。図25Bおよび図25Cは、同受信装置の周波数変換部における信号イメージを示す図である。

[0105] 本実施例が、第4実施例および第5実施例と異なるのは、受信復調方式にエンベロープ検波方式、同期検波方式ではなく、遅延検波方式を用いている点である。

[0106] 図25Aに示す周波数変換部2301の対象となる変調方式として、図4A, 4Bに示すような2値PPM変調信号を復調する場合について説明する。本構成は遅延検波となっており、前述の同期検波とは異なり、相関用連続パルスコサイン波形信号生成部

は用いない。代りに、受信信号入力端子2202から入力された受信信号を、遅延部2302を用いて遅延させた相関信号を、相関器2204に入力する。これによって受信信号と相関させ、この結果を用いて後述の復調部における復調処理を行う。この構成によれば、例えばパルスが存在しない部分でのノイズ等による判定誤りを低減することができる。

[0107] 図25Bにおいて、2値PPMを遅延検波する場合は、以下の4つの状態が考えられる。「状態」とは、遅延検波の方法を意味する。OOK変調では、“0”が1/2の確率で存在する。よって“0”が連続した場合、これに応じた遅延量分だけ遅延量の異なる相関関係を用いないと相関出力が得られない。その4つの状態は、(1)“0”連続、(2)“1”連続、(3)“0”から“1”、(4)“1”から“0”である。これを判定するために、例えば相関器2204と遅延部2302とを3系列とする。遅延部2302の遅延を前述の4つ状態の、(1)又は(2)で、(3)で、(4)でというように、3系列で相関出力が存在する値とする。信号イメージは相関信号1～3となる。これを受信信号と相関させることによって相関器出力1～3が得られる。相関器出力1は状態(4)、相関器出力2は状態(1)又は(2)、相関器出力3は状態(3)を示す。

[0108] なお、以上の説明では図4A、4Bに示すような2値PPM変調信号の周波数変換部および復調部について述べたが、図5A、5Bに示すようなBiphase変調、図6A、6Bに示すようなPAM変調についても、遅延検波でBiphase変調、PAM変調の信号を受信する技術は公知であり、同様に実施可能である。

[0109] 以上のように、複数のインパルス波形をパルス繰り返し周波数より短い任意の時間間隔で連続して出力することで、この複数のインパルス波形の相関により、所望の周波数スペクトラムを有する信号を生成できる。これにより、安定したインパルス波形発生特性を有し、量産性に優れたパルスを用いた通信装置である受信装置および通信システムの受信装置側を小型かつ安価に実現できる。

[0110] (第7実施例)

図26Aは、本発明の第7実施例における受信装置の周波数変換部の構成を示すブロック図である。図26Bは、同受信装置の周波数変換部2401における信号イメージを示す図である。

- [0111] 本実施例が、第4実施例および第5実施例と異なるのは、連続するパルスコサイン信号間の波形相関ではなく、連続するパルスコサイン信号波形の最初のパルス信号と2番目のパルス信号の相関を用いている点である。
- [0112] 図26Aに示す周波数変換部2401の対象となる変調方式として、図7に示すような2値PAM変調信号を復調する場合について説明する。受信信号入力端子2402から入力された受信信号と、この受信信号を遅延部2403により遅延させた信号とを、比較器2404に入力し、2つの信号が同一振幅か否かの判定を行う。比較器2404は、周波数変換後の受信信号出力端子2405へ周波数変換後の受信信号を出力する。図26Bにおいて、通常のPAM変調では、信号の有無で“0”、“1”の判定を行うため、例えば信号と雑音の電力比によって、信号の有無を判断する閾値レベルを変化させることが必要となってくる。
- [0113] しかしながら、上記構成であれば1つ目と2つ目のパルスの振幅を比較し、振幅の差を求める。PAMで差動符号化することは公知技術であり、例えば、前のパルスに対して振幅が大きければ“1”、同じであれば“0”とする。このように、閾値を変化させる必要はない。共にほぼ同一の時刻に加えられた雑音、つまり、ほぼ等しい雑音の加わった信号間の振幅を比較するため、雑音の影響を効果的に除去することが可能である。
- [0114] 以上の構成により、複数のインパルス波形をパルス繰り返し周波数より短い、任意の時間間隔で連続して出力することで、この複数のインパルス波形の相関により所望の周波数スペクトラムを有する信号を生成できる。よって、安定したインパルス波形発生特性を有し、量産性に優れたパルスを用いた通信装置である受信装置および通信システムの受信装置を小型かつ安価に実現できる。
- [0115] (第8実施例)
- 図27Aは、本発明の第8実施例における受信装置の周波数変換部の構成を示すブロック図である。図27Bは、同受信装置の周波数変換部2501における信号イメージを示す図である。
- [0116] 本実施例が、第4実施例～第7実施例と異なるのは、連続するパルスコサイン信号の一方をデータの伝送ではなく、変調信号を復調するための波形相関用の信号とし

て、パルスコサイン信号の一方を用いている点である。

[0117] 本実施例の送信装置は、図1の構成の連続パルス発生部101が単一パルス送信部の機能も有し、変調部102が単一パルス変調部も有し、周波数変換部103が単一パルス周波数変換部の機能も有する。連続パルス発生部101の単一パルス送信部は単一パルスを発生する。変調部102の単一パルス変調部は単一パルスを送信データでパルス位置変調する。周波数変換部103の単一パルス周波数変換部は変調部102からの変調された単一パルスを周波数変換する。単一パルス周波数変換部の出力は帯域制限部104に入力される。また、本実施例の受信装置は、図22の構成の周波数変換部2003が、2つの信号を受信可能な2信号受信部(図示せず)を構成している。2信号受信部は、受信信号と相関信号とを出力し、これらの出力は、図27Aの受信信号入力端子2502と相関信号入力端子2503とに入力される。

[0118] 図27Aに示す周波数変換部2501の対象となる変調方式として、2値PPM変調信号を復調する場合について説明する。受信装置は、PPM変調された受信信号と、PPM変調されたパルス変調位置に応じて複数のパルスが連続して構成された相関信号とを受信し、それぞれを周波数変換部2501に入力する。この際、受信信号を受信信号入力端子2502から相関器2504に入力し、相関信号を相関信号入力端子2503から相関器2504に入力し、LPF2505で積分することによって判定を行う。LPF2505は、周波数変換後の受信信号出力端子2506へ周波数変換後の受信信号を出力する。PPM変調された信号を例えば遅延検波すると、相関信号の波形は全ての位相となる。“0”、“1”の判定は信号の有無と、“0”および“1”を示すパルス位置に信号が同時に存在しないことをもとに判定を行う。このため、信号判定の基準となる閾値電圧の決定回路や、“0”および“1”に存在する信号と、雑音等によって誤って検出された誤検出信号の批准回路が複雑となる。

[0119] しかしながら、図27Bに示す各波形のように、上記構成であればPPM変調された受信信号の各パルス位置に対応して相関用のパルスが送信されているため、必ず相関器2504は相関出力を生成することができる。ここで相関用パルスは送信側が生成するため、変調するパルスの位置は固定であっても、あるいは、例えばランダムに変更しても、受信側で相関することが可能である。更に、1つ目と2つ目のパルスの位相



を異なるものとするれば、図27Bに示すように“0”および“1”を示すパルス位置の相関波形は位相が異なるため、閾値電圧は0Vとなる。各信号のピーク電圧を維持するだけで所望信号の電圧値が支配的になるため、誤検出信号の影響は簡単に抑圧することができる。

[0120] 以上のように、複数のインパルス波形をパルス繰り返し周波数より短い、任意の時間間隔で連続して出力することで、この複数のインパルス波形の相関により所望の周波数スペクトラムを有する信号を生成できる。よって、安定したインパルス波形発生特性を有し、量産性に優れたパルスを用いた通信装置である受信装置および通信システムの受信装置を小型かつ安価に実現できる。

[0121] (第9実施例)

図28は、本発明の第1実施例～第8実施例における連続パルスをもちいた送信装置および受信装置を搭載した通信システムの一例である。

[0122] 図28において、ホームサーバ3101は、パルス通信によって放送コンテンツをテレビ(TV)3102に供給する。パーソナルコンピュータ(PC)3103、3104は相互に狭帯域の無線システムで通信を行っている。

[0123] 狭帯域通信を行っているPC3103、3104にとって、ホームサーバ3101とTV3102とが行うパルス通信の信号は妨害波である。図12A、12Bに示す例で説明する。2.3.2GHzを中心周波数とする狭帯域通信がある場合、従来の単一パルスコサイン波形を用いた場合と、本発明の連続パルスコサイン波形を用いた場合では狭帯域通信に与える電力は約20dBの差がある。狭帯域通信の中心周波数が23.8GHzであれば、約50dBの差がある。その影響は大きく異なる。

[0124] なお、前述とは逆に、PC3103、3104間の狭帯域通信の信号は、ホームサーバ3101とTV3102とのパルス通信の妨害波である。この場合、複数の連続するパルスの中で狭帯域通信信号との波形相関の低いパルスに情報を与えることによって影響を低減することができる。

[0125] 以上の無線システムでは、第1実施例～第8実施例の連続パルスをもちいた送信装置および受信装置を用いることで、簡単な構成で、安価にパルス通信システムを実現できる。



[0126] (第10実施例)

図29Aは、本発明の第10実施例における通信システムの構成を示す模式図である。図29Bは、同通信システムの受信装置の構成を示すブロック図である。図29Cおよび図29Dは、同通信システムにおける信号イメージを示す図であり、送信パルス波形3215、受信パルス波形3216を示している。具体的には、本実施例の通信システムは、本発明の第1実施例～第8実施例における連続パルスをもちいた送信装置および受信装置を搭載して通信し、距離を測定する測距システムを構成する通信システムの一例である。

[0127] 図29Aにおいて、第1移動体3201と第2移動体3202とは共に移動している。第1移動体は送信装置(図示せず)と、この送信装置が送信し他の物体に当たって反射した信号を受信する受信装置(図示せず)を備えることで通信を行い、第1移動体3201が第2移動体3202までの距離を測るシステムの例を示している。測距エリア3203は、第1移動体が測距可能な範囲である。

[0128] 図29A、29Bを用いて、本実施例の通信システムにおける測距動作を説明する。第1移動体3201の送信装置から発射されたパルス信号は第2移動体3202に到達、反射して再び第1移動体3201に戻ってくる。戻ってきた信号は、第1移動体3201の受信装置の受信アンテナ3210で受信され、受信高周波部3211で周波数変換され、パルス波形が得られる。

[0129] 得られたパルス波形の受信時刻と発射したパルスの送信時刻情報とをもとに、フライングタイム算出部3212でその時間差を算出し、電波の伝搬速度で換算することによって距離情報とする。しかしながら図29Cに示すように、送信パルス波形3213を矩形波としても、送信装置および受信装置内でのICやアンテナの周波数帯域制限や雑音の付加、第2移動体3202からの反射時の散乱、受信時のマルチパス成分や、他の電子機器からの干渉波によって変形した受信パルス波形3214となる。

[0130] 従来は、この変形した波形のピーク付近を判定点として受信パルス到達時刻としていたため、波形変形の時間変化も加わって、時刻があいまいになりやすく正確な距離測定が困難であった。また、これを解決する方法としては、パルス幅を狭くするしかなく、回路実現が非常に困難であった。これに対し、図29Dに示す連続パルス波形

を用いた方法では、連続するパルスの中に第1の判定点、従来どおりの波形ピーク付近を第2の判定点とすることで、時刻決定のポイントを複数にすることが可能である。これにより、測定精度が向上し、より正確な距離測定が可能となる。

[0131] なお、第1の判定点は、連続するパルスの間隔を狭くすることにより、非常に短い時間だけパルスが存在しないこととなるため、短パルスを用いた場合の、測定用パルスを短パルス化すると同様の効果が得られる。

[0132] 以上、本実施例の通信システムである測距システムでは、第1実施例～第8実施例の連続パルスをもちいた送信装置および受信装置を用いることで、簡単な構成で、安価にパルス測距システムである通信システムを実現できる。

[0133] なお、第1実施例～第10実施例では、通信が無線の場合について説明したが、本発明はこれに限定されることなく、同軸ケーブル、導波管、光ファイバーなどの有線であっても同様の効果を有する。

#### 産業上の利用可能性

[0134] 以上のように、本発明は、複数のインパルス波形を任意の時間間隔で続けて発生させ伝送信号として用いる。これにより、周波数スペクトラムの周波数帯域を任意に変化させることが可能である。また帯域内にヌル点を作ることができる。これらの特性により、他システムへの影響を少なくできるという効果を有する送信装置を提供することができる。また、複数のインパルス波形を任意の時間間隔で続けて発生する連続パルスを用いて送信された信号を、受信復調して送信データを受け取ることができるという効果を有する受信装置を提供することができる。さらに、それらを組み合わせた通信システムを提供することができる。主としてマイクロ波、ミリ波を用いたパルス無線における送信装置、受信装置およびそれらを用いた通信システム等として有用である。

### 請求の範囲

- [1] 複数のインパルス波形を、パルス列繰り返し周期より短い、任意の時間間隔で連続して発生する連続パルス発生部と、  
前記連続パルス発生部で発生した連続パルスを送信データで変調する変調部と、  
前記変調部で変調した変調パルスを出力する出力部と、を含む送信装置。
- [2] 前記連続パルス発生部が発生する複数のインパルス波形のパルス間隔を、前記連続パルス発生部が発生する複数のインパルス波形のパルス幅より短く設定する請求項1記載の送信装置。
- [3] 前記連続パルス発生部は、発生する前記インパルス波形に、立上り遅延と立下り遅延との少なくとも一方を有する請求項1記載の送信装置。
- [4] 前記変調部で変調した変調パルスの周波数を変換する周波数変換部を含み、  
前記周波数変換部が変換する周波数は、任意に選択可能であり、  
前記出力部は、前記周波数変換部が変換した変換後の変調パルスを出力する請求項1記載の送信装置。
- [5] 前記連続パルス発生部で発生した連続パルスの周波数を変換する周波数変換部を含み、  
前記周波数変換部が変換する周波数は、任意に選択可能であり、  
前記変調部は、前記周波数変換部が変換した変換後の連続パルスを変調する請求項1記載の送信装置。
- [6] 前記連続パルス発生部が発生するインパルス波形の電力は、任意に設定可能である請求項1記載の送信装置。
- [7] 前記連続パルス発生部が、特定の送信データ信号の場合のみ、複数のインパルス波形を出力する請求項1記載の送信装置。
- [8] 請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の送信装置から送信された変調パルスを受信する変調パルス受信部と、  
前記変調パルス受信部で受信した変調パルスを復調して、送信データを受け取る復調部と、を含む受信装置。
- [9] 送信装置が、複数のインパルス波形を、パルス列繰り返し周期より短い任意の時間

間隔で、連続して発生し、発生した連続パルスを送信データで変調して送信した変調パルスを受信する変調パルス受信部と、

前記変調パルス受信部で受信した変調パルスを復調して送信データを受け取る復調部と、を含み、

前記復調部は、複数の連続するインパルス波形を組にしてパルス位相変調された信号を復調する復調部であって、

1つ目のパルスをリファレンスとして2つ目以降のパルスの位相の変化を判定して復調する受信装置。

- [10] 送信装置が、複数のインパルス波形を、パルス列繰り返し周期より短い任意の時間間隔で、連続して発生し、発生した連続パルスを送信データで変調して送信した変調パルスを受信する変調パルス受信部と、

前記変調パルス受信部で受信した変調パルスを復調して送信データを受け取る復調部と、を含み、

前記復調部は、複数の連続するインパルス波形を組にしてパルス振幅変調された信号を復調する復調部であって、

1つ目のパルスをリファレンスとして2つ目以降のパルスの振幅の大小を判定して復調する受信装置。

- [11] 送信装置が、複数のインパルス波形を、パルス列繰り返し周期より短い任意の時間間隔で、連続して発生し、発生した連続パルスを送信データで変調して送信した変調パルスを受信する変調パルス受信部と、

前記変調パルス受信部で受信した変調パルスを復調して送信データを受け取る復調部と、を含み、

前記復調部は、複数の連続するインパルス波形を組にしてパルス位置変調された信号を復調する復調部であって、

1つ目のパルスをリファレンスとして2つ目以降のパルスの位置の変化を判定して復調する受信装置。

- [12] 単一パルスを発生し、前記送信データでパルス位置変調して、出力する単一パルス送信部をさらに含み、

前記連続パルス発生部が発生する連続パルスは、複数の位相が異なるパルスを連続させたものであって、

前記変調部では、前記連続パルス発生部で発生した連続パルスを変調せずに、前記出力部に入力する請求項1記載の送信装置。

- [13] 前記単一パルス送信部が出力するパルス位置変調信号と前記連続パルスとを共に、同じ時間だけ任意の時間分、適宜位置を変化させる請求項12記載の送信装置。

- [14] 請求項12または請求項13記載の送信装置から送信された信号を受信する受信装置であって、

前記単一パルス送信部から出力されたパルス位置変調信号と、前記連続信号とを受信する2信号受信部と、

前記2信号受信部で受信した2つの信号を乗じることでパルス位置によって相関信号を正、負異なる位相の信号に変換して情報を判定する相関判定部と、を含む受信装置。

- [15] 請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の送信装置と、請求項8乃至請求項11のいずれかに記載の受信装置と、を含む通信システム。

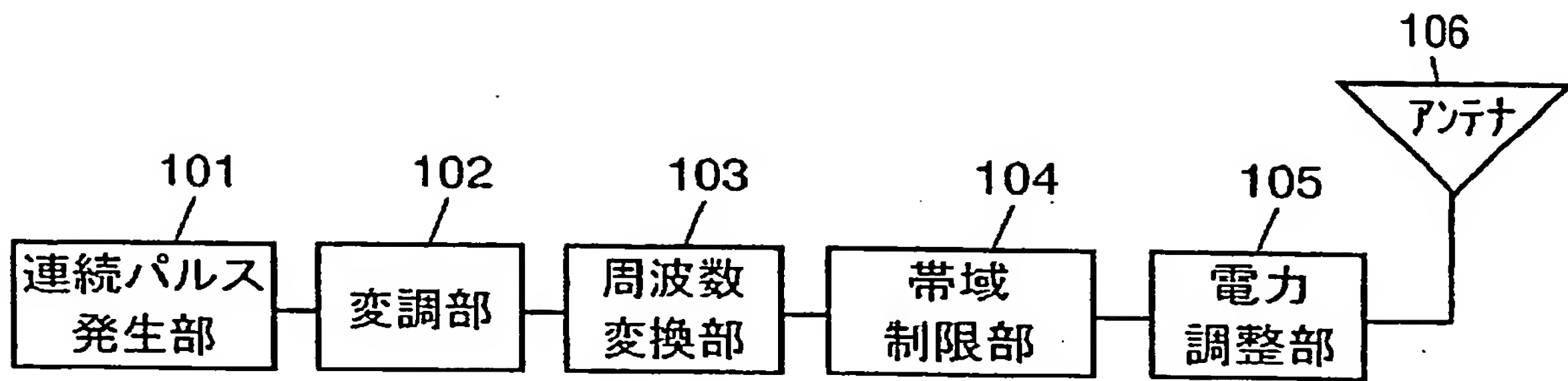
- [16] 請求項12または請求項13に記載の送信装置と、請求項14記載の受信装置と、を含む通信システム。



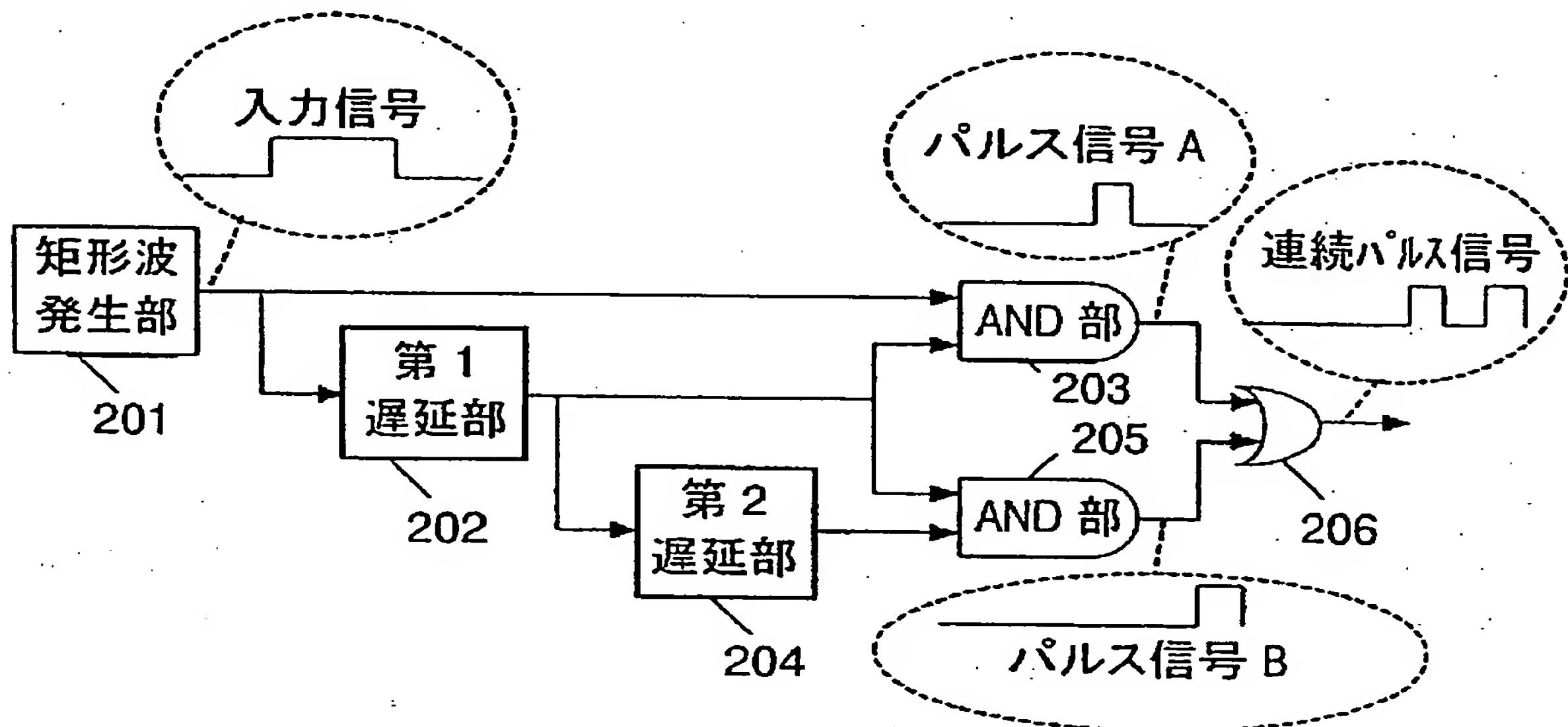
## 要 約 書

安定したパルス波形発生特性を有し、量産性に優れたパルスを用いて、小型かつ安価な送信装置、受信装置および通信システムが開示されている。この送信装置は、連続パルス発生部と、変調部と、出力部とを含む構成を有している。連続パルス発生部は、複数のインパルス波形をパルス列繰返し周期より短い任意の時間間隔で連続して発生する。変調部は、連続パルス発生部で発生した連続パルスを送信データで変調する。出力部は、変調部で変調した変調パルスを出力する。この受信装置は、上記送信装置から送信された変調パルスを受信する変調パルス受信部と、変調パルス受信部で受信した変調パルスを復調して送信データを受け取る復調部とを含む構成を有している。

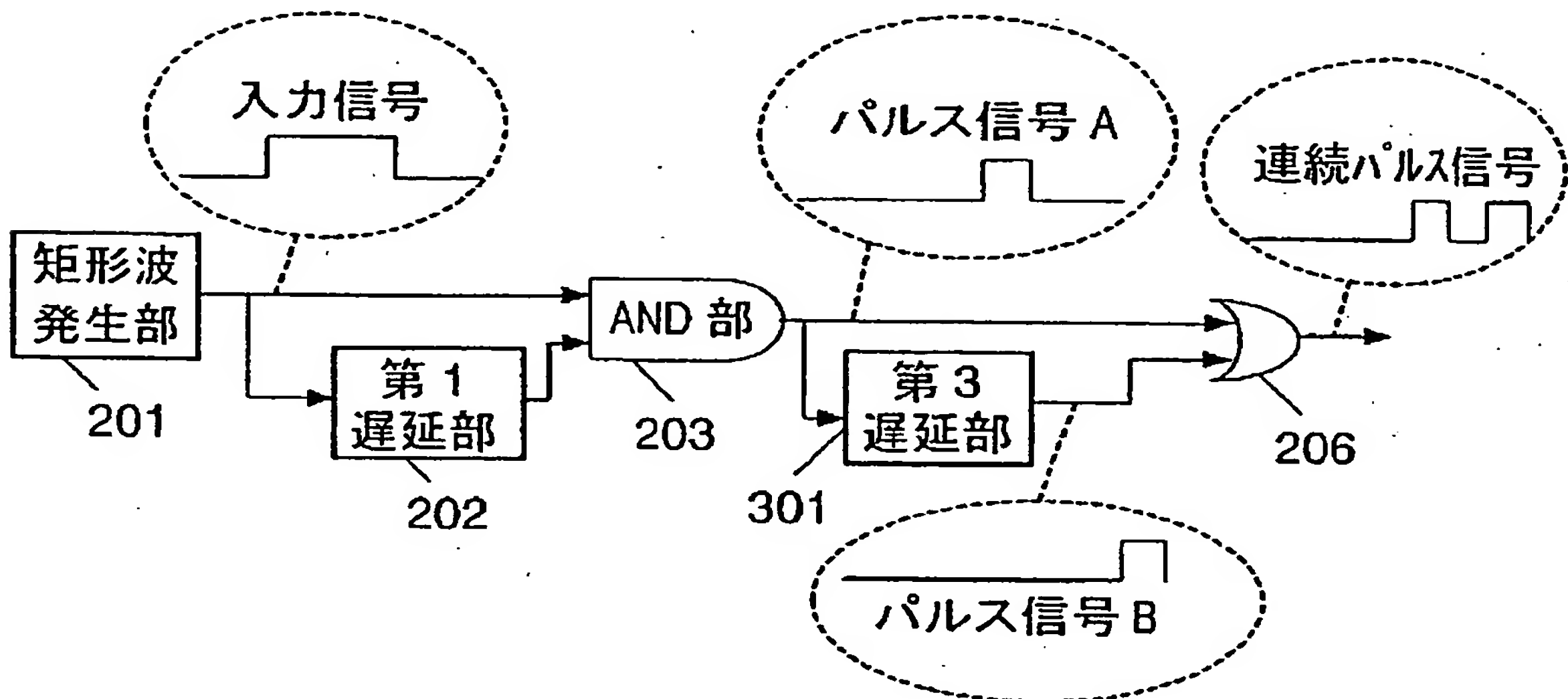
[図1]



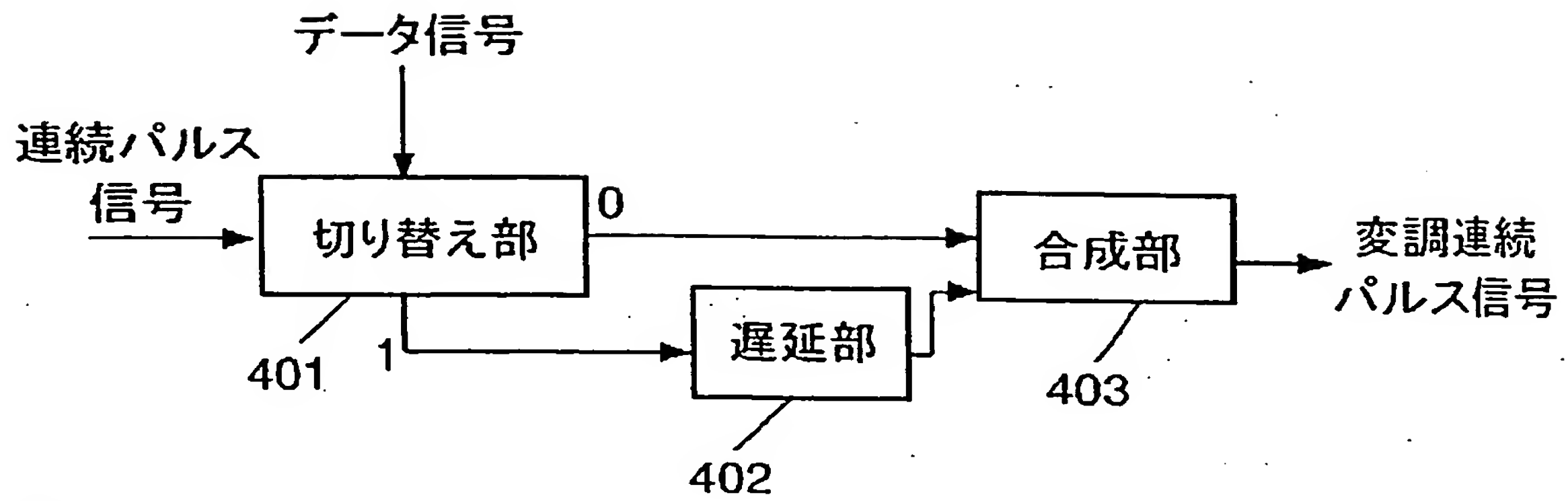
[図2]



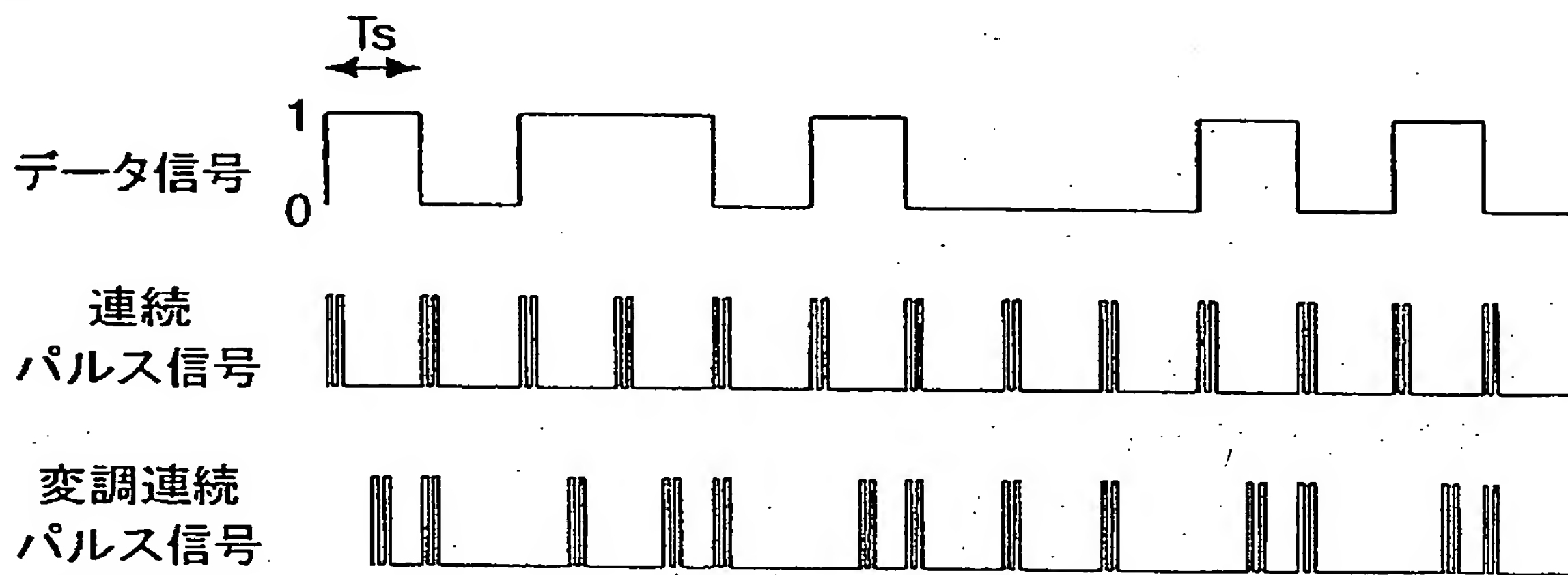
[図3]



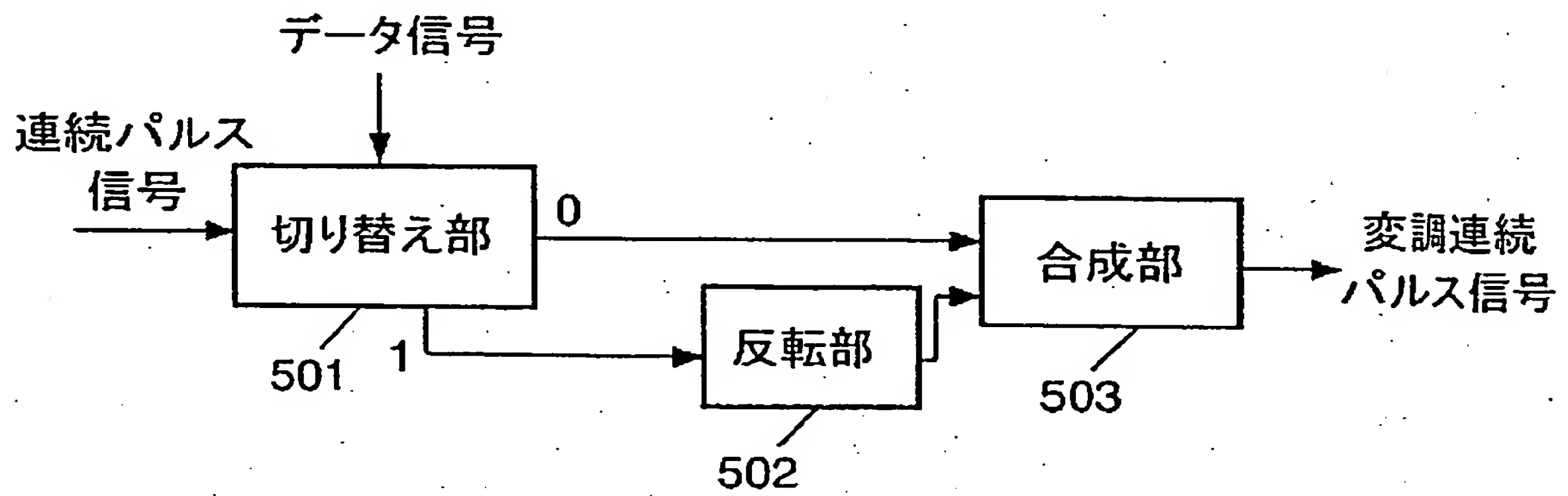
[図4A]



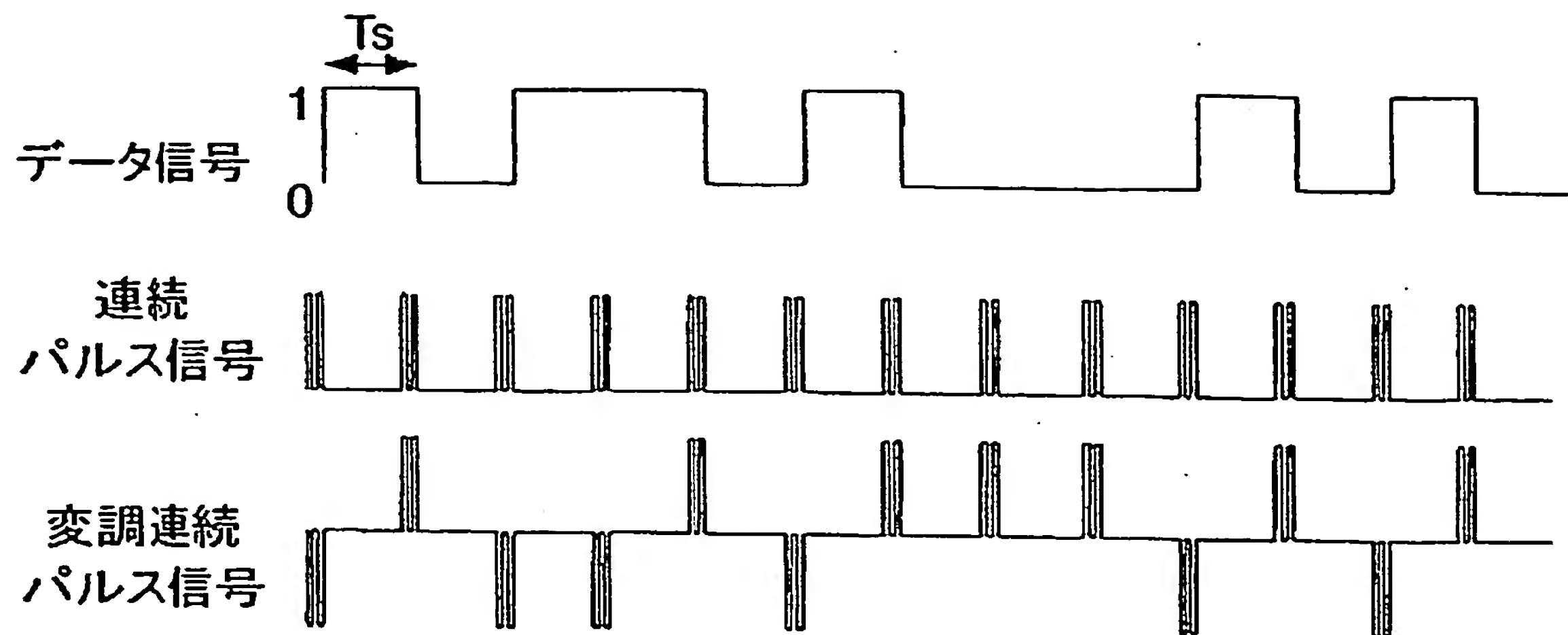
[図4B]



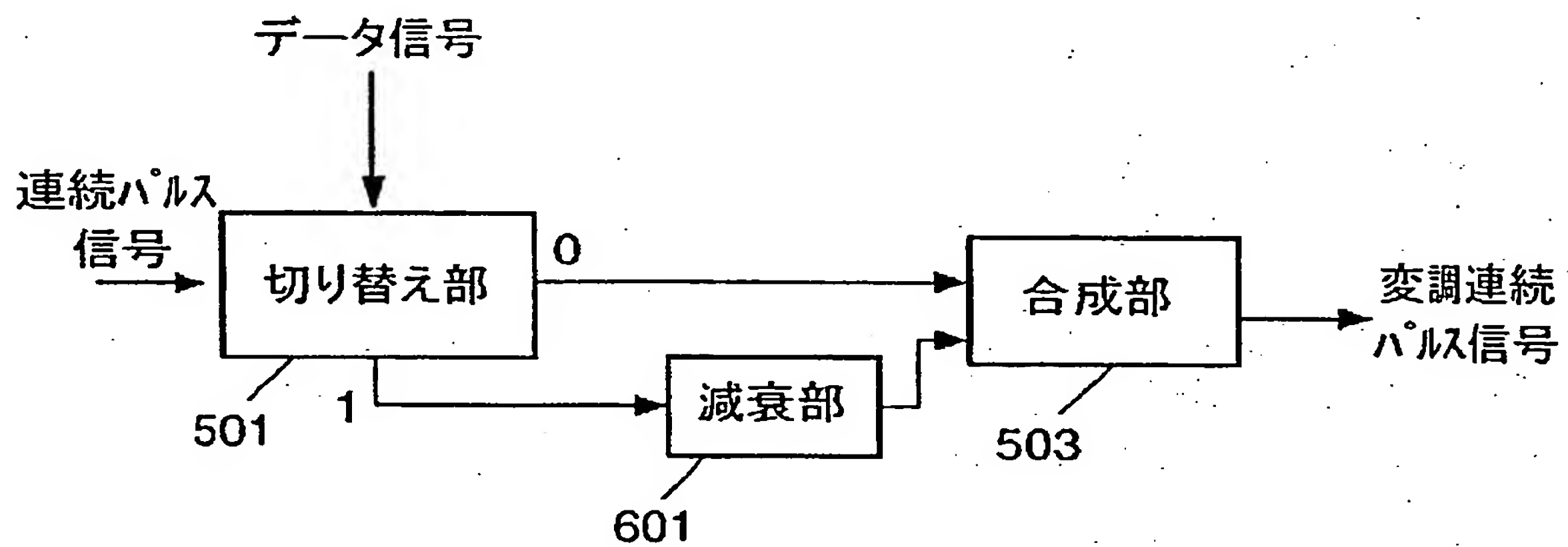
[図5A]



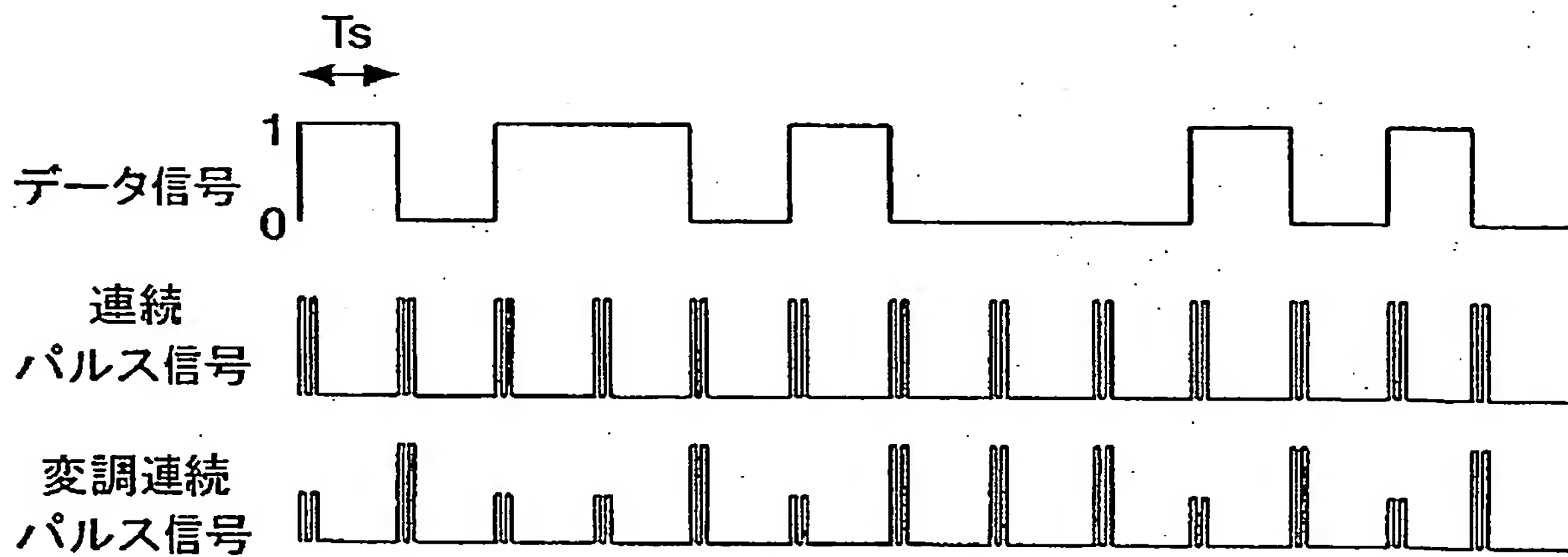
[図5B]



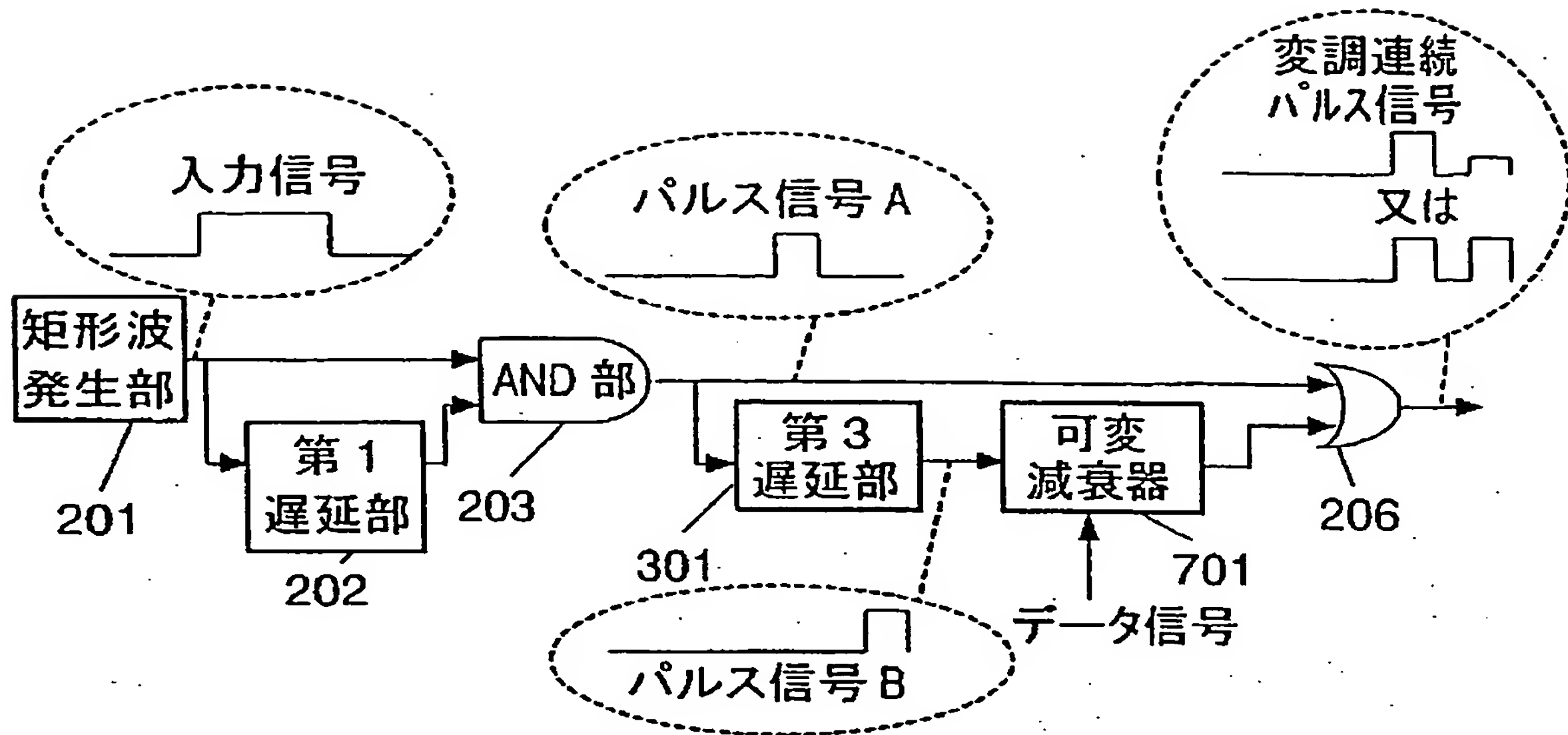
[図6A]



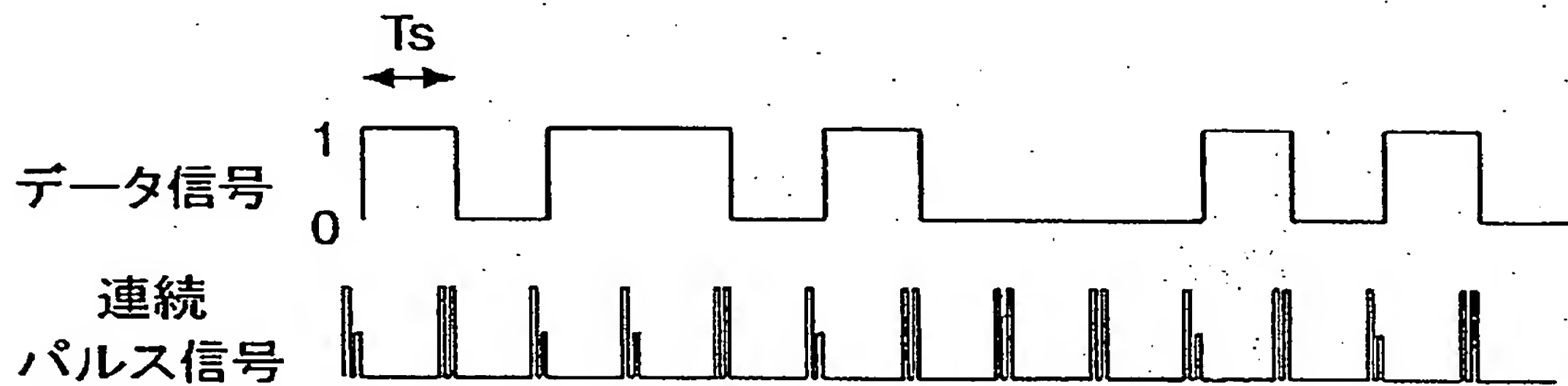
[図6B]



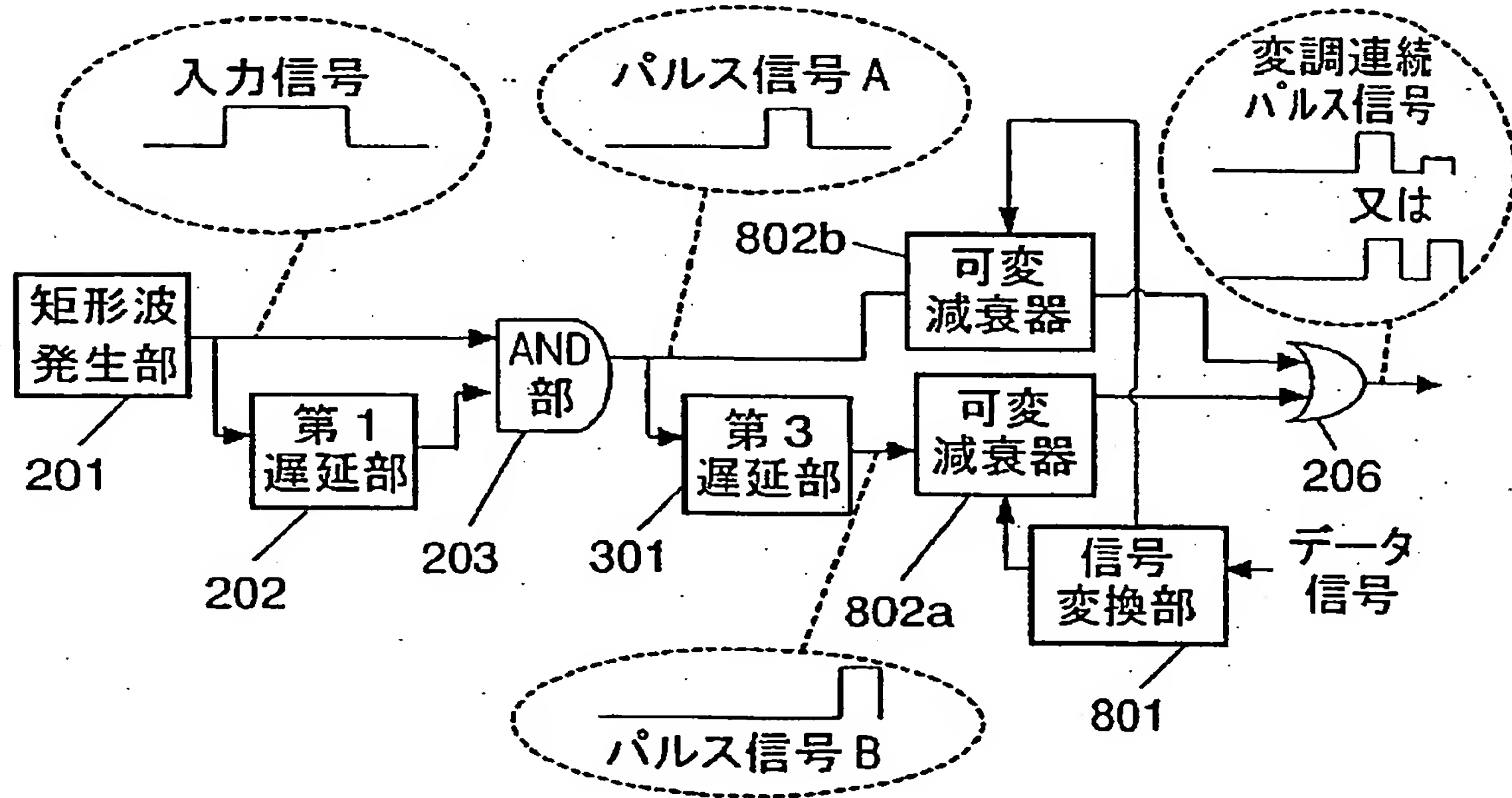
[図7A]



[図7B]

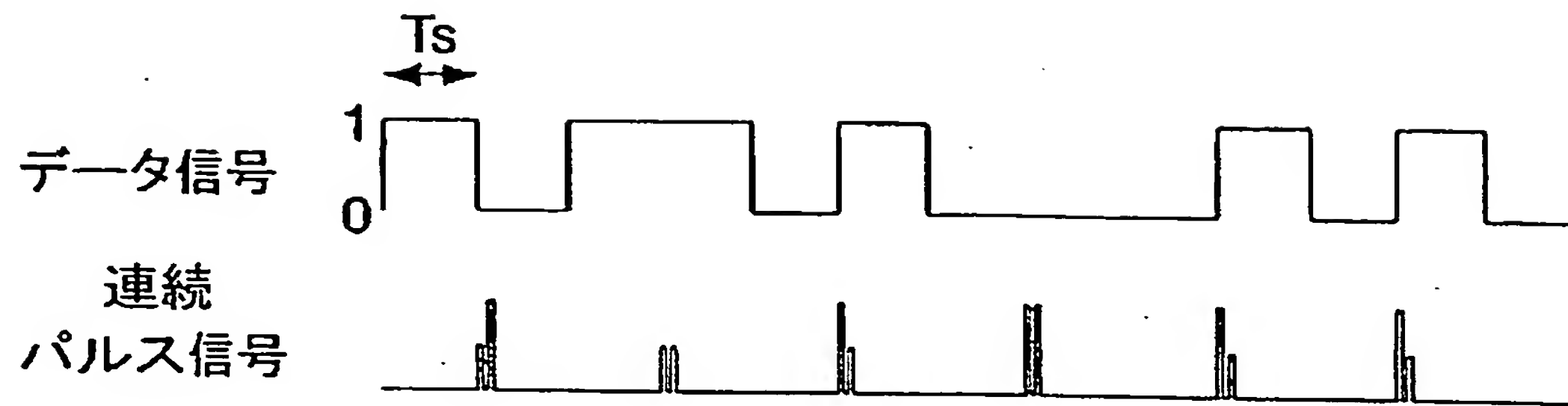


[図8A]

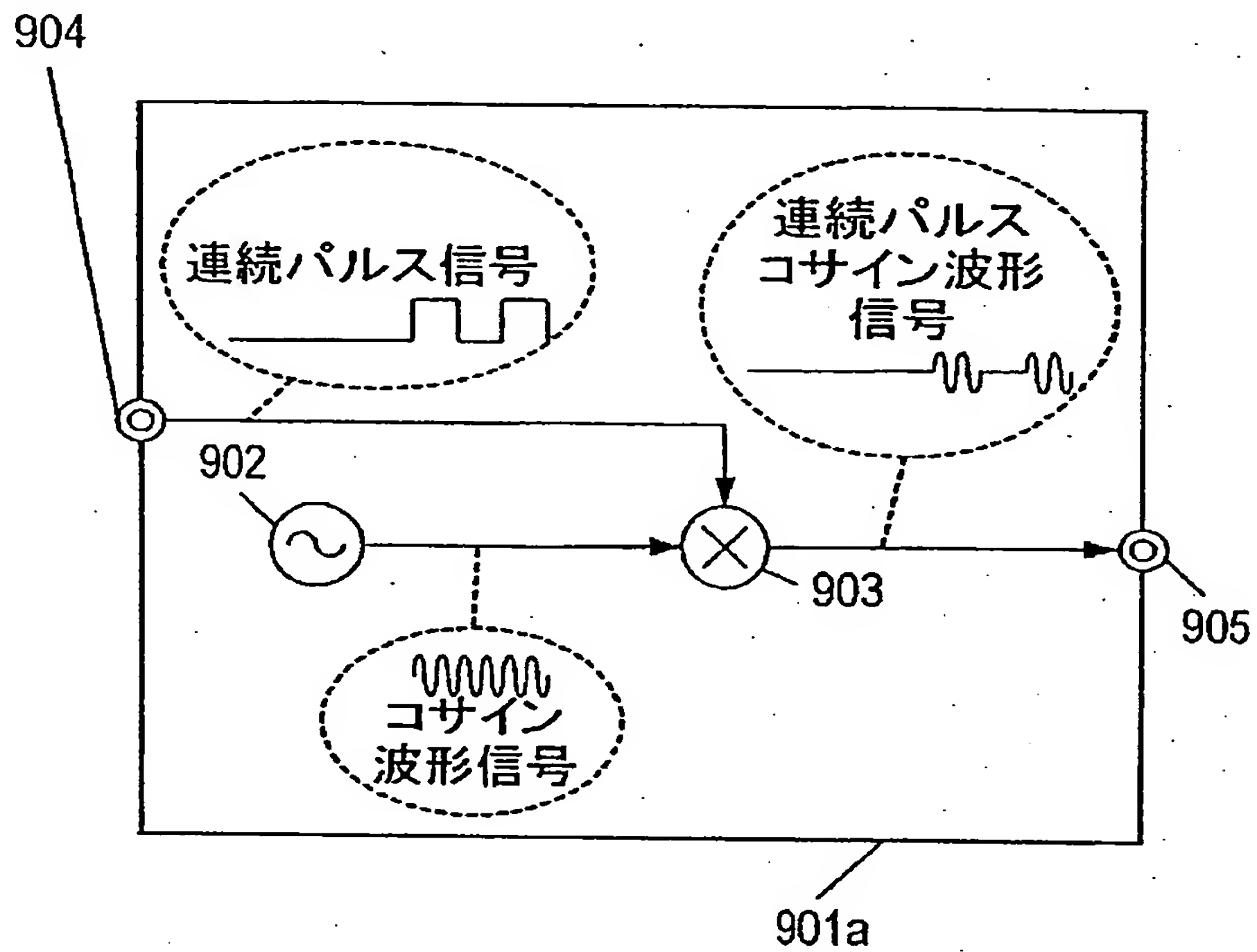




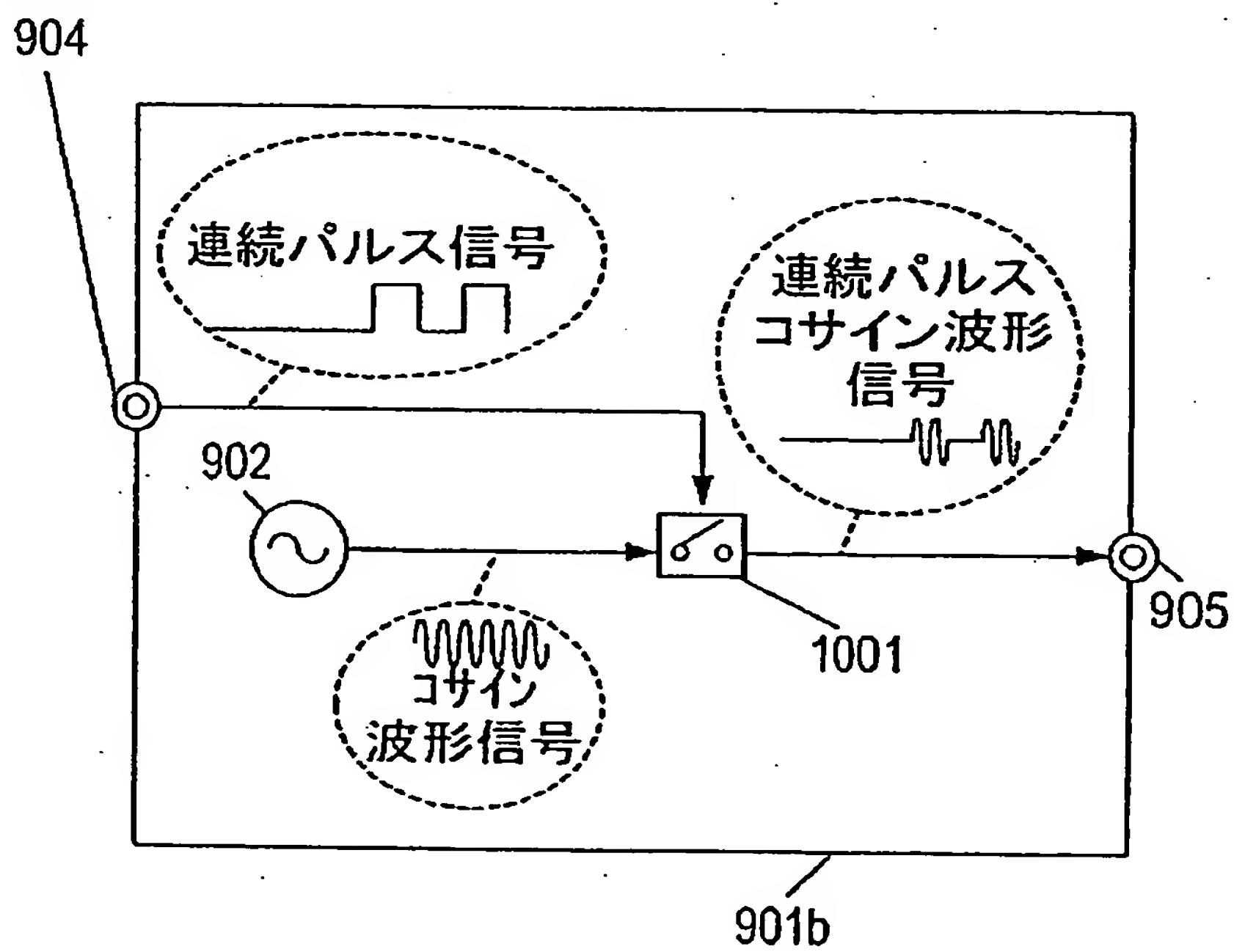
[図8B]



[図9]

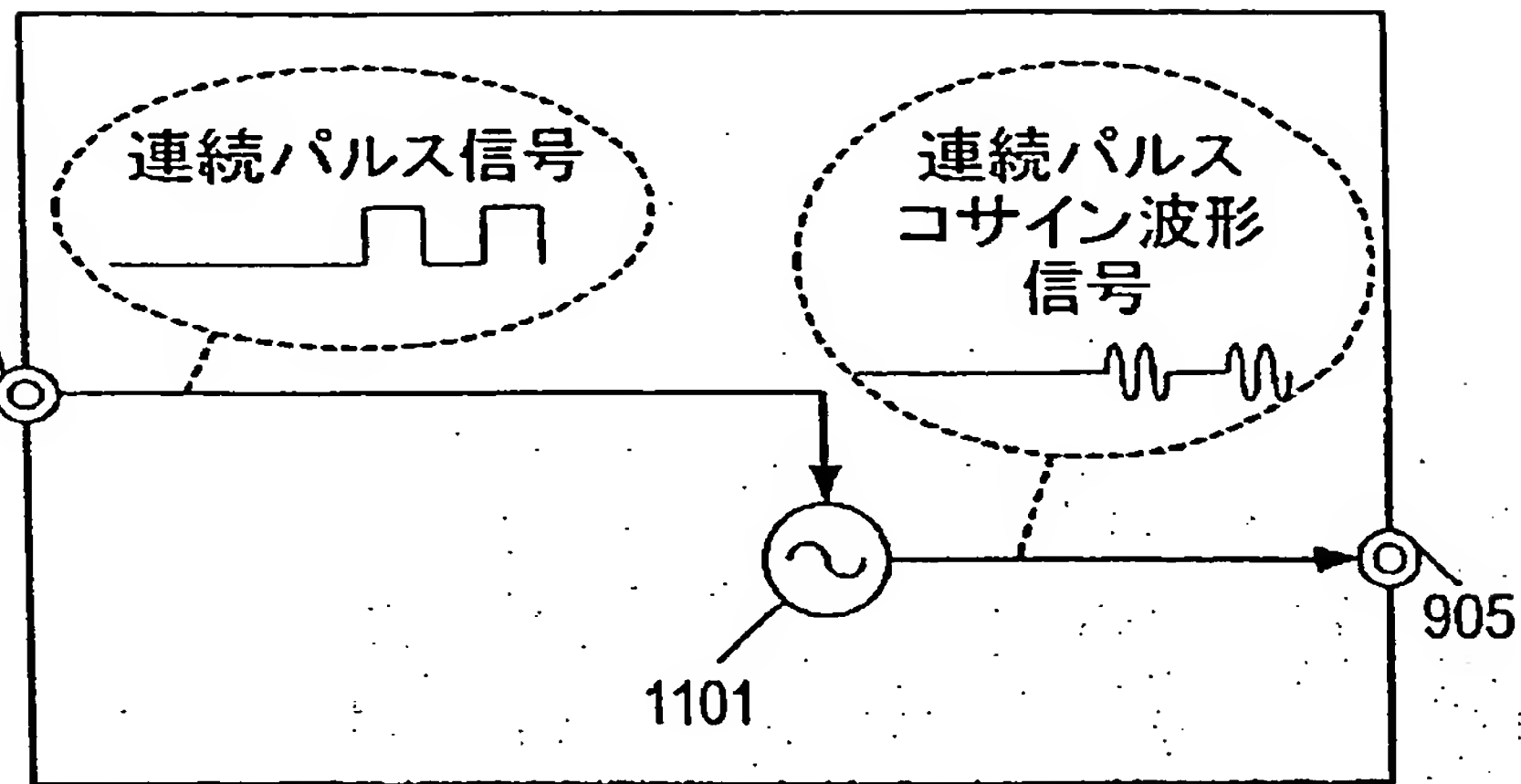


[図10]



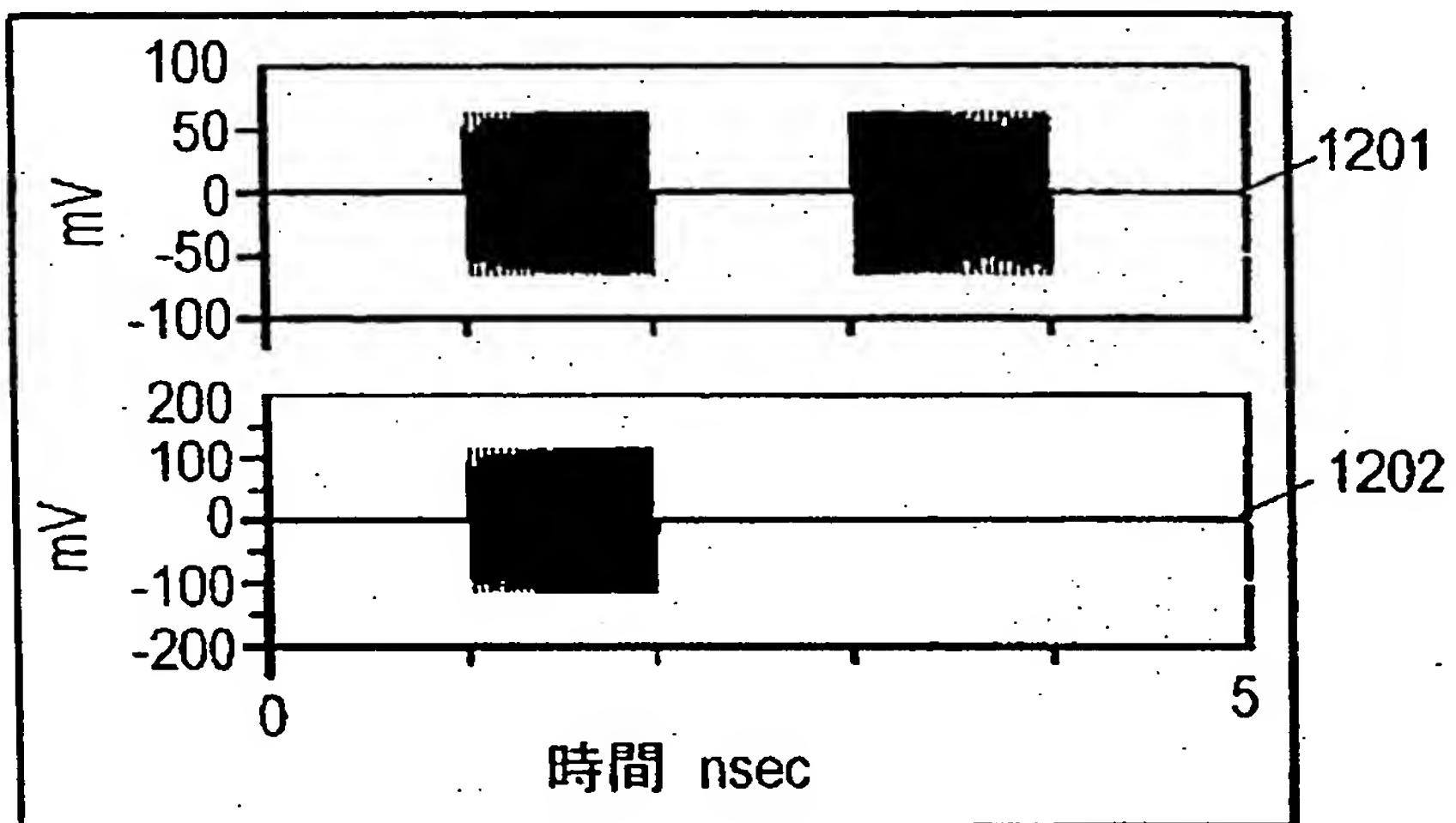
[図11]

904

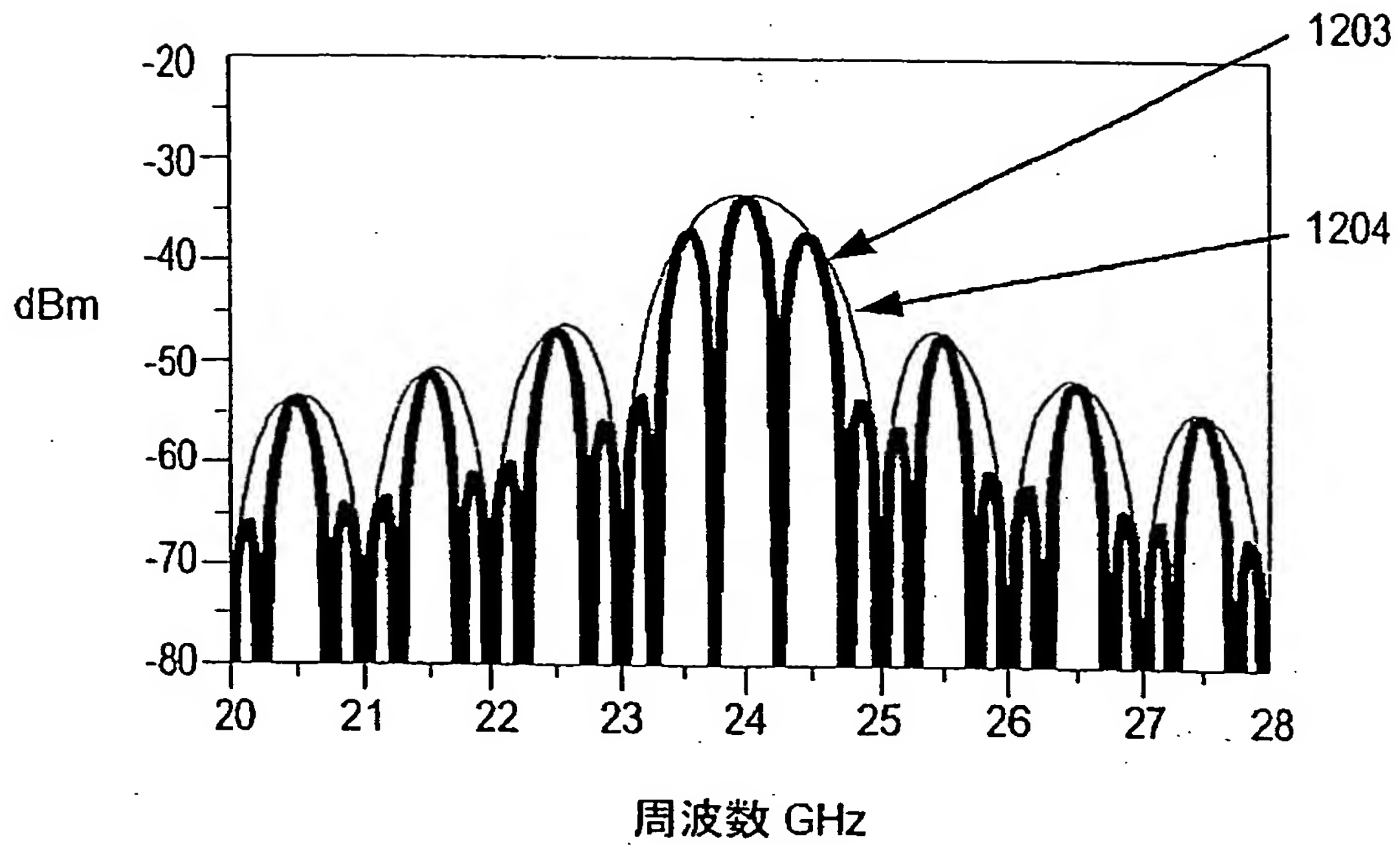


901c

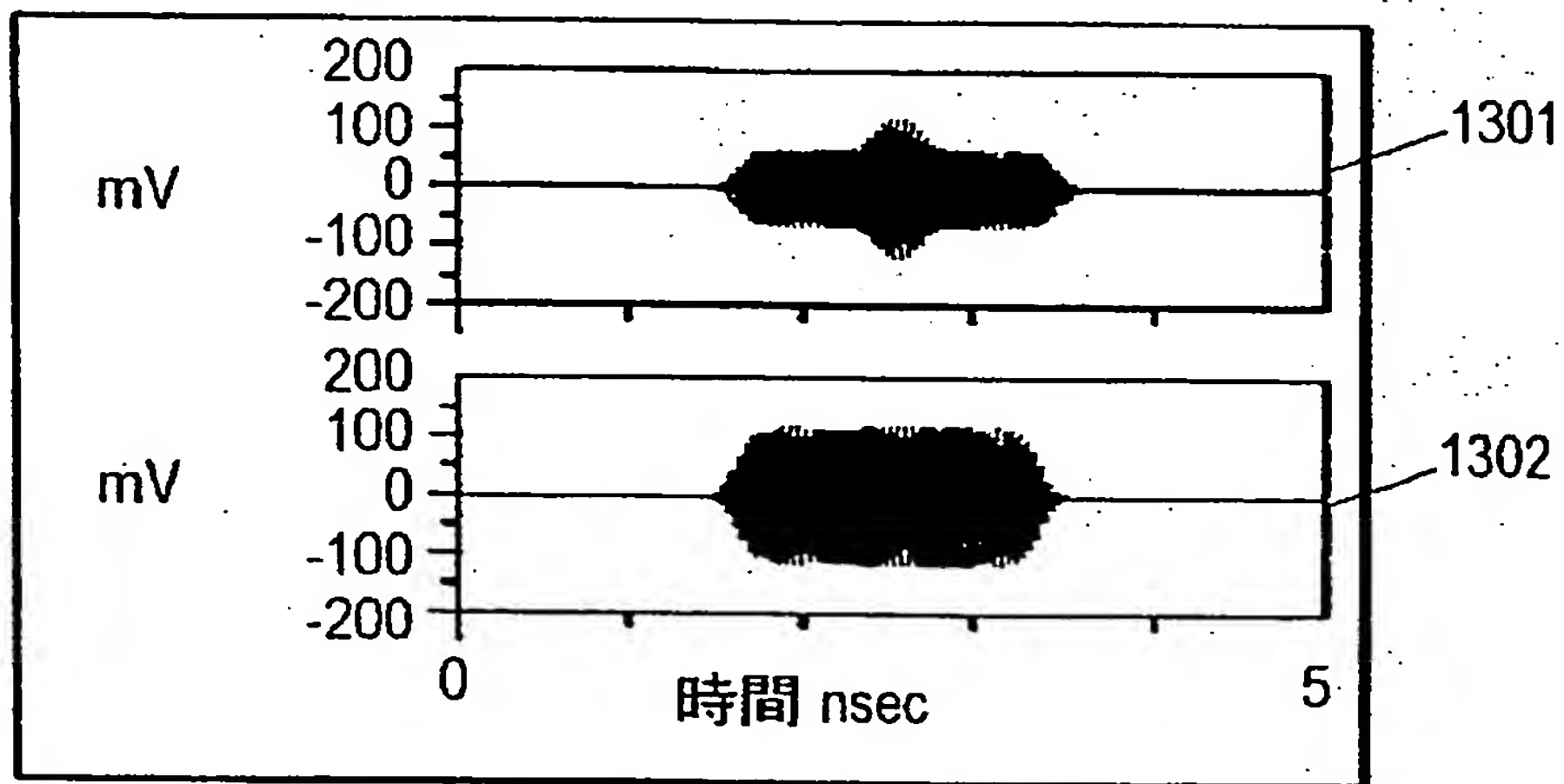
[図12A]



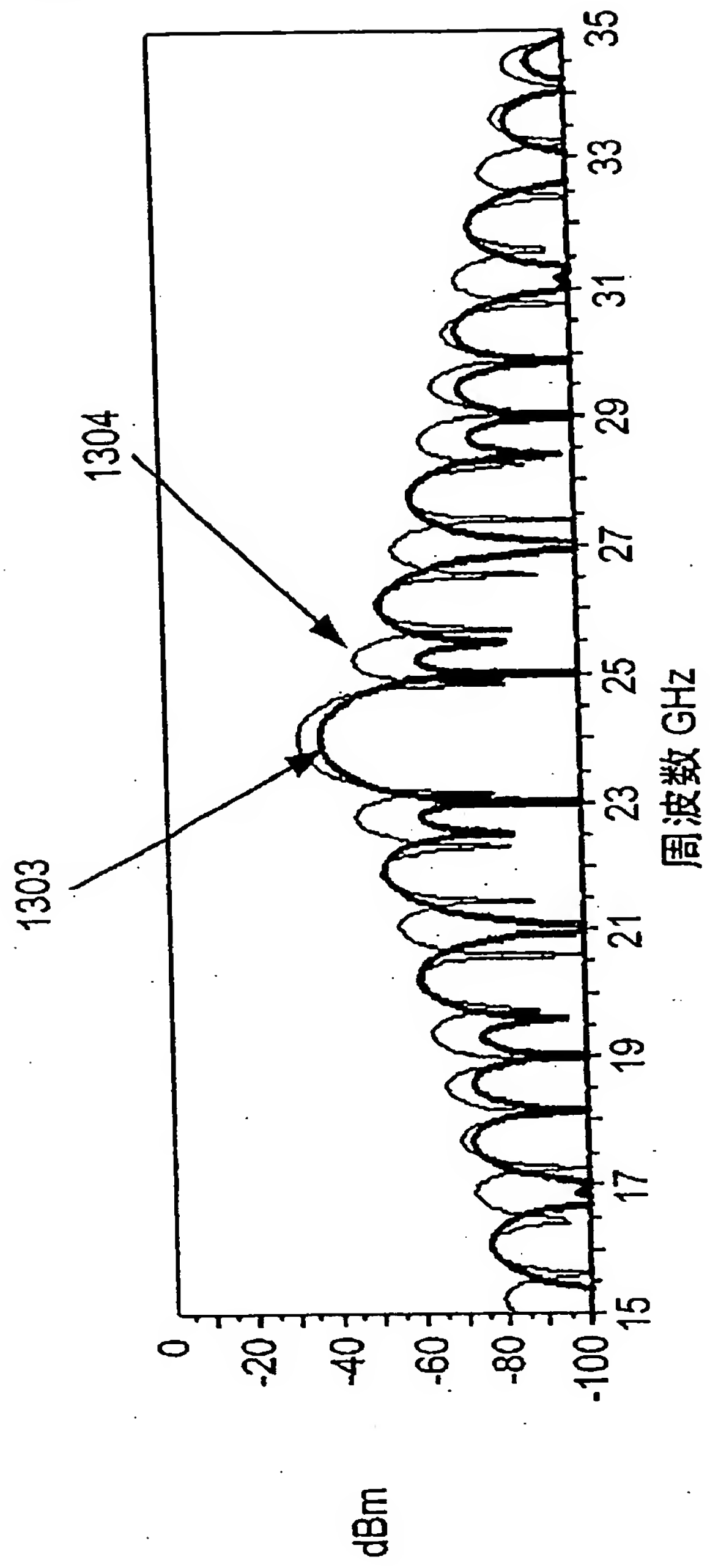
[図12B]



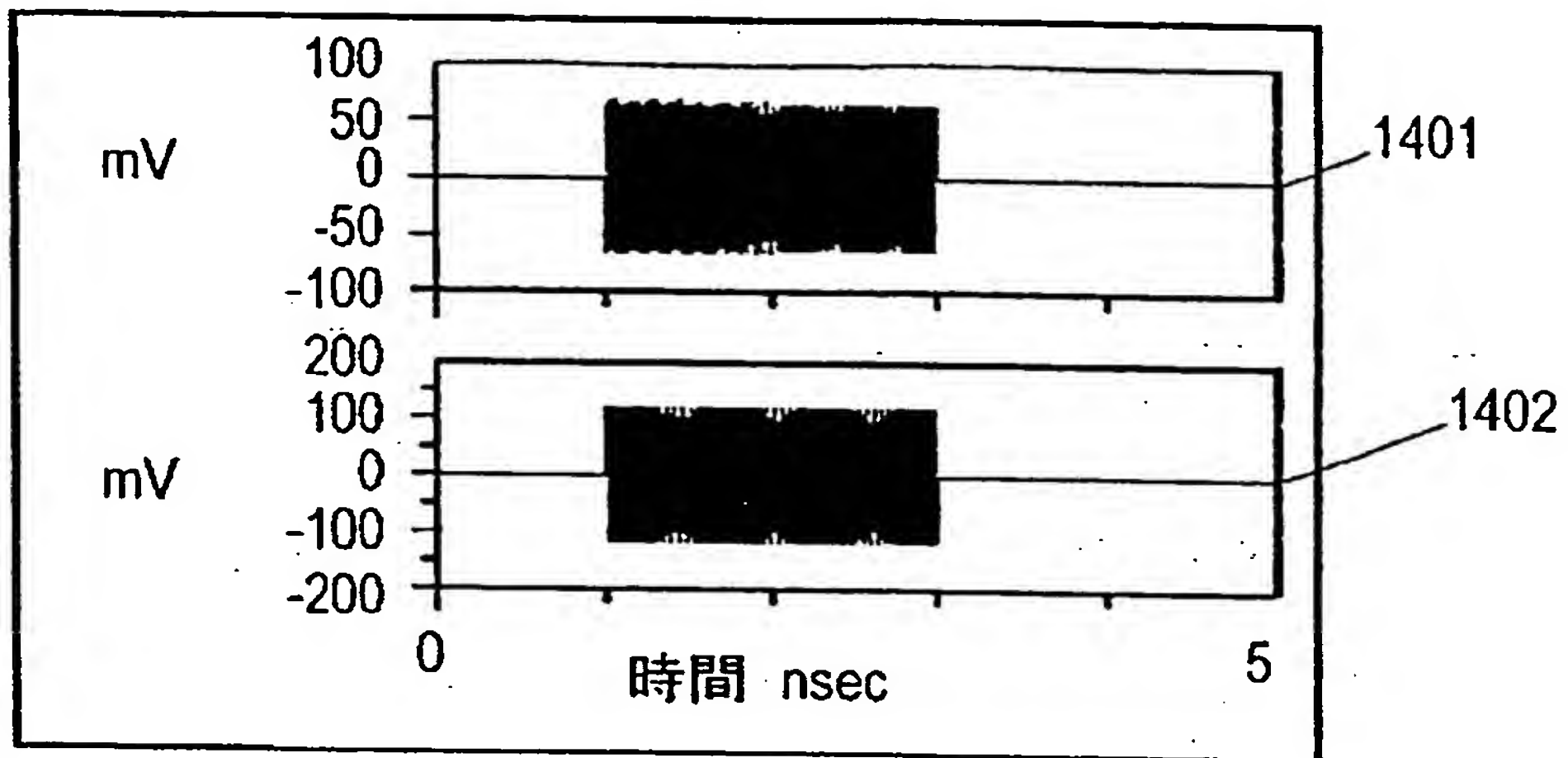
[図13A]



[図13B]

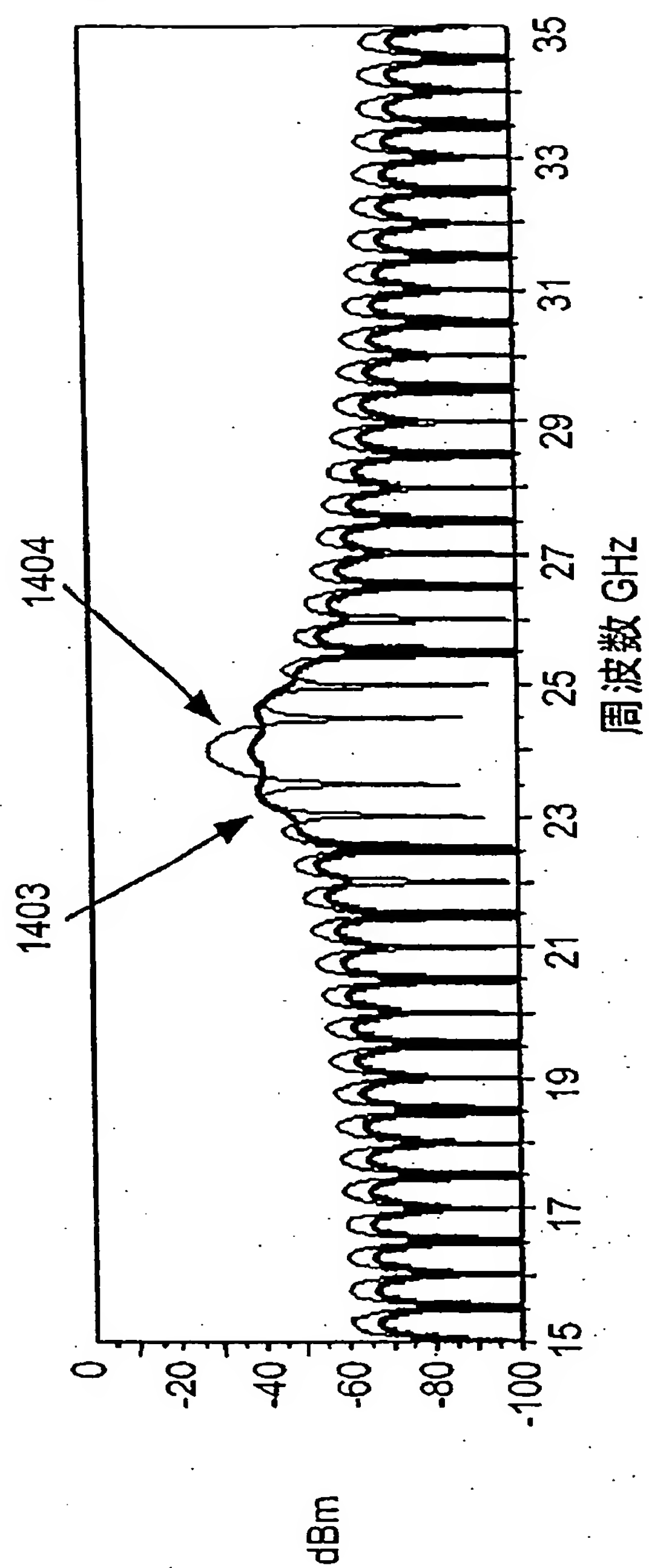


[図14A]

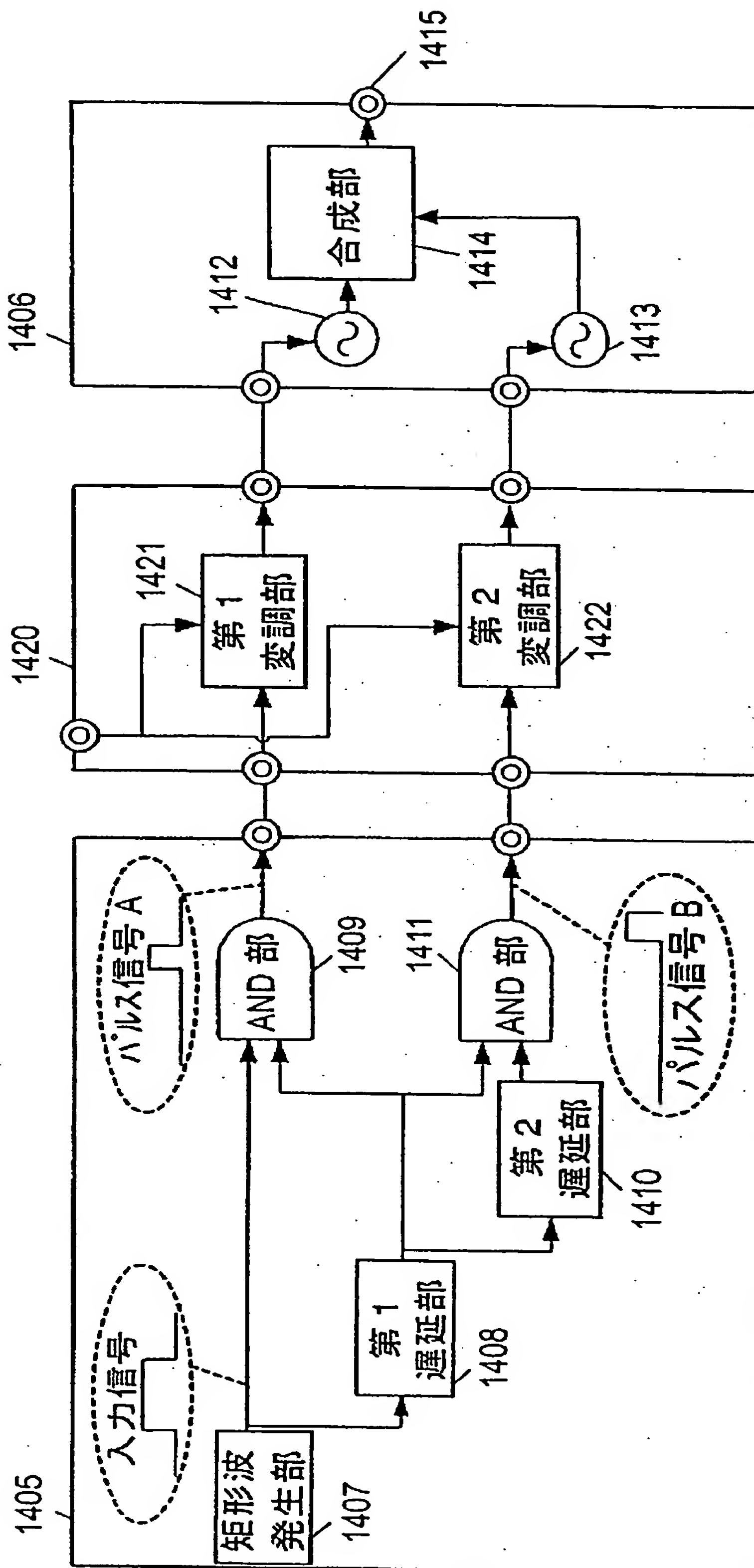




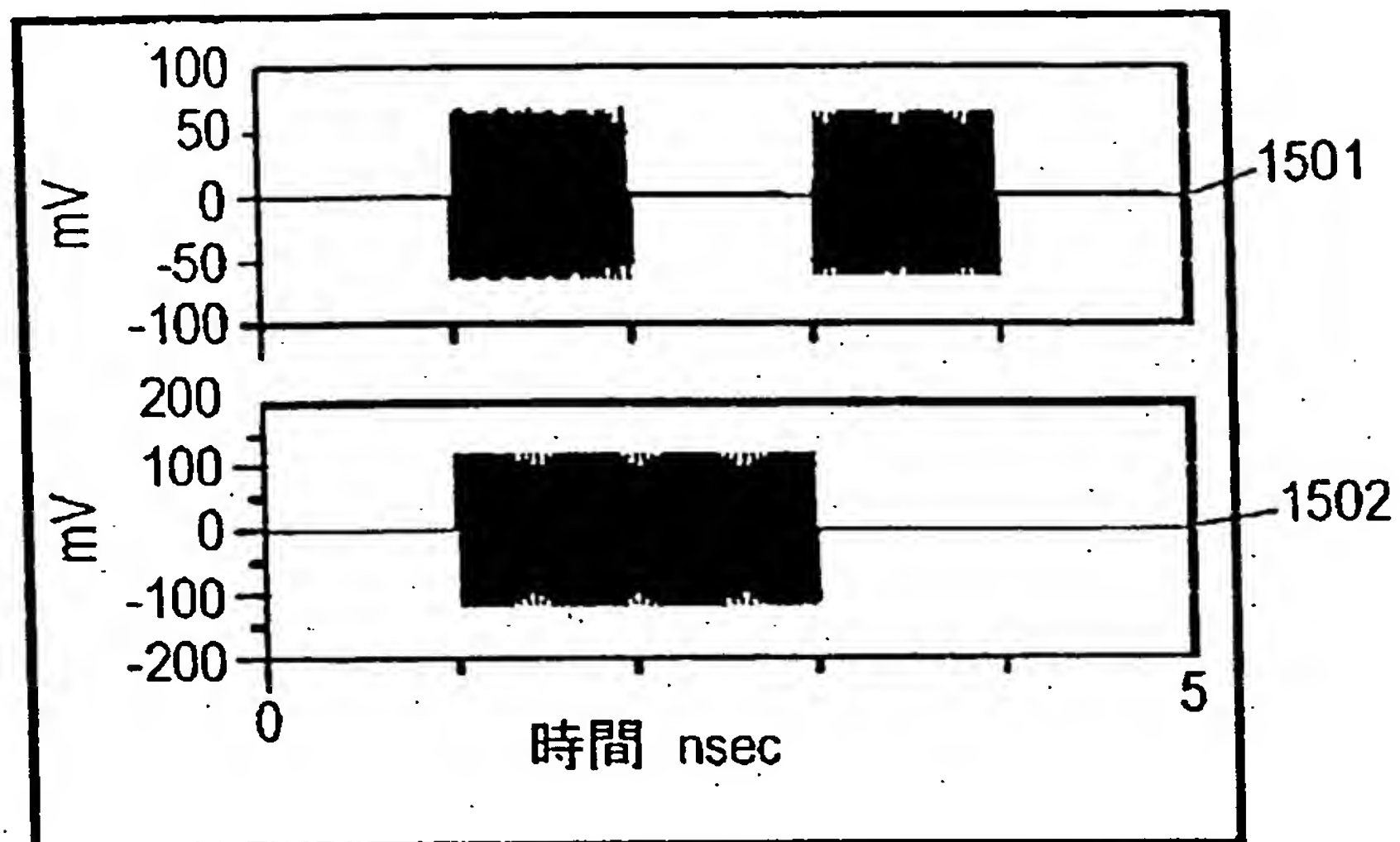
[図14B]



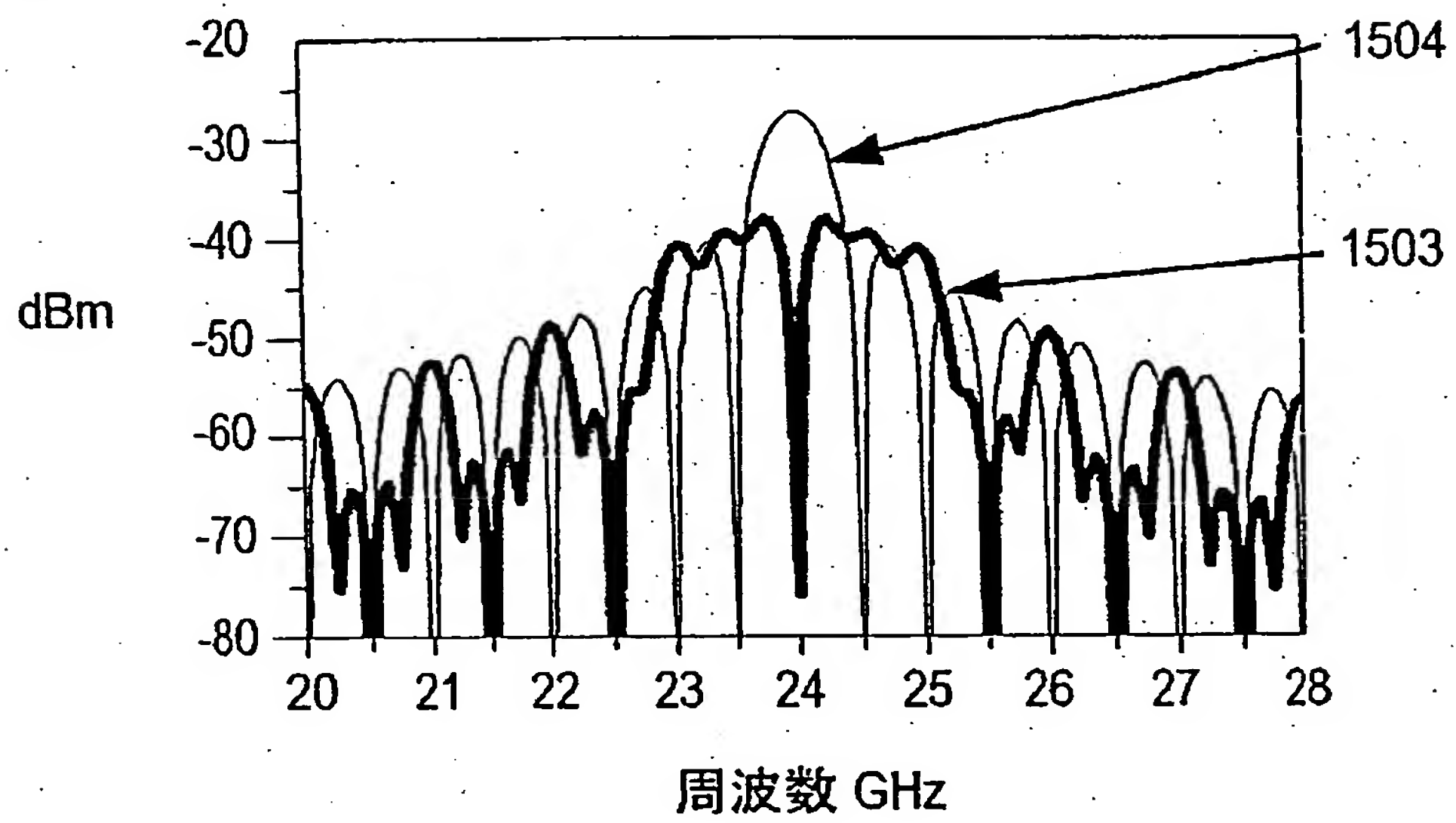
[図15]



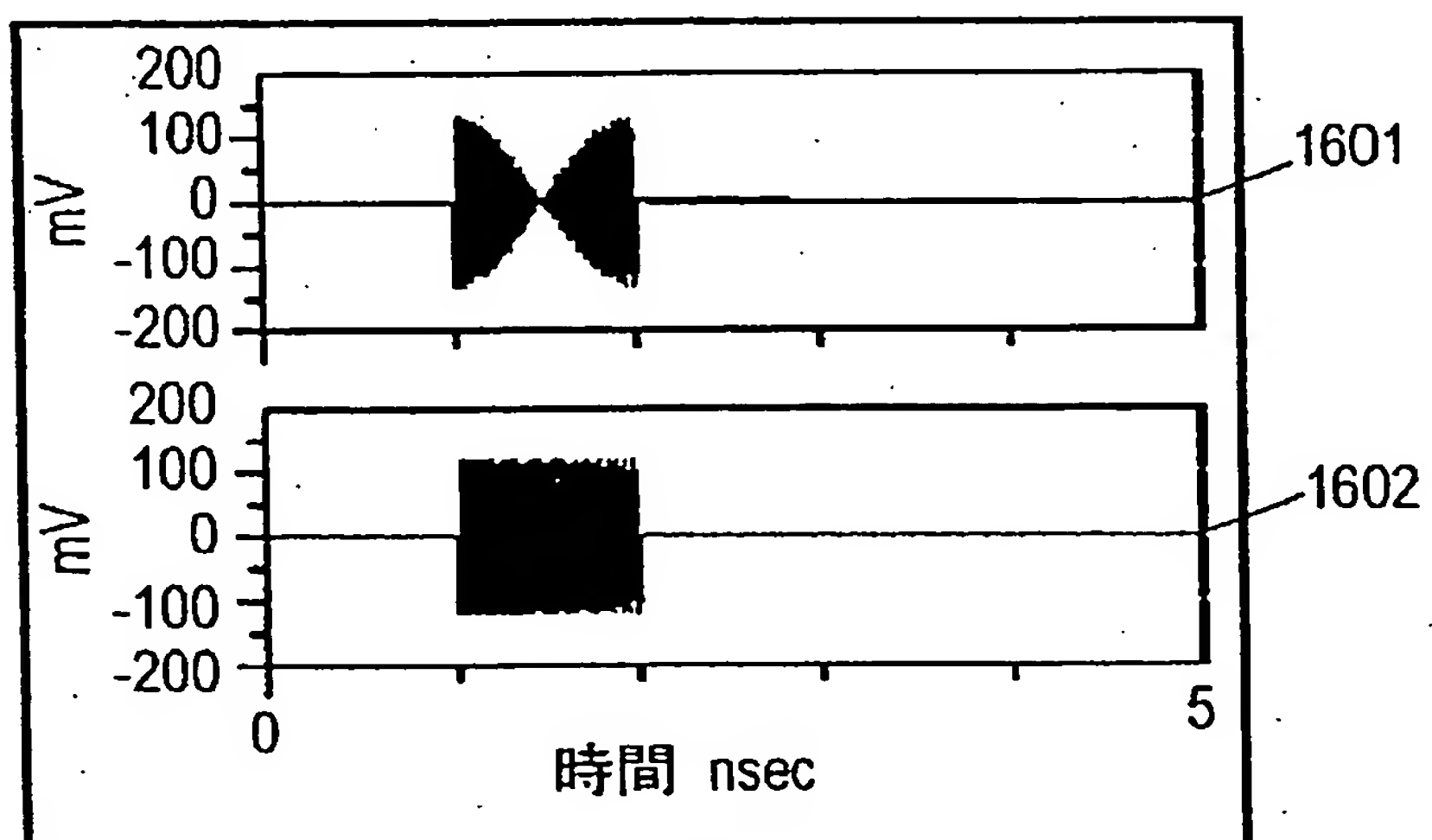
[図16A]



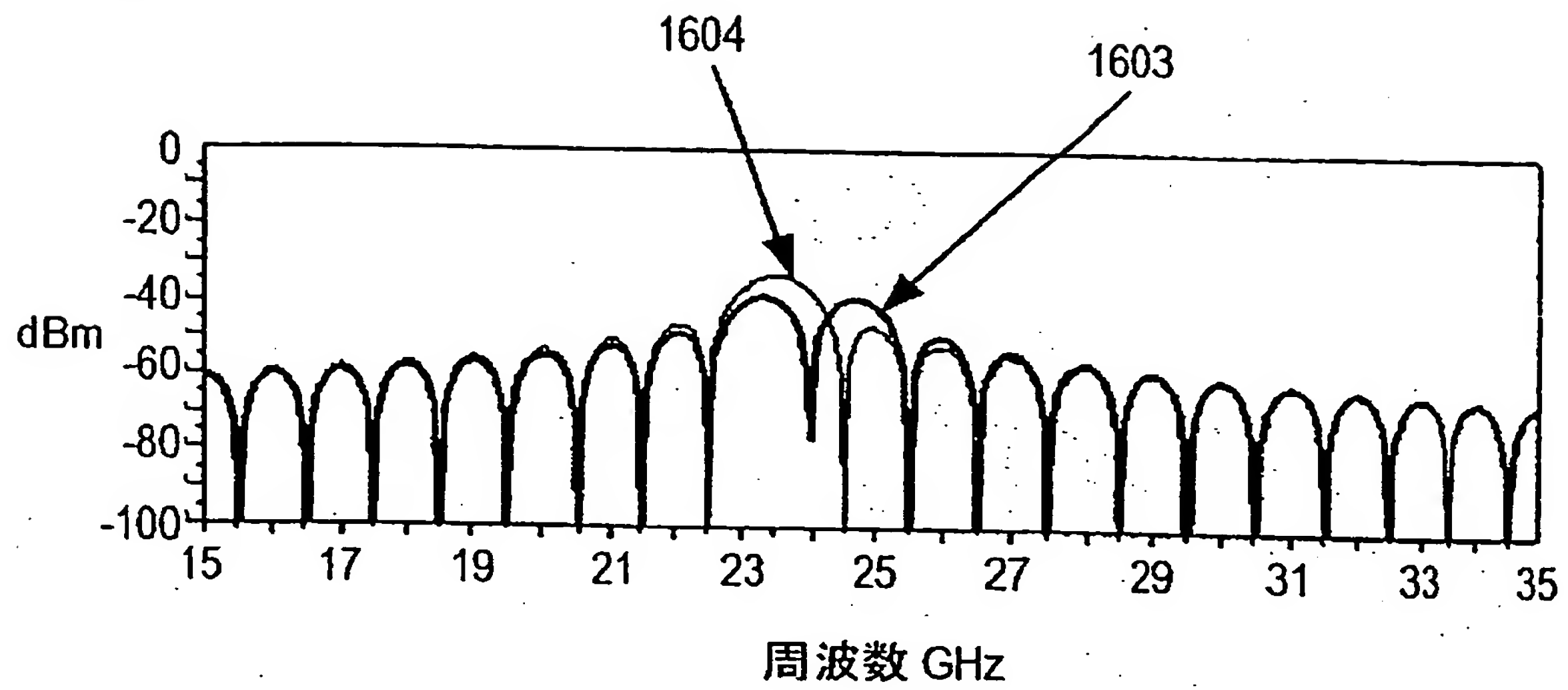
[図16B]



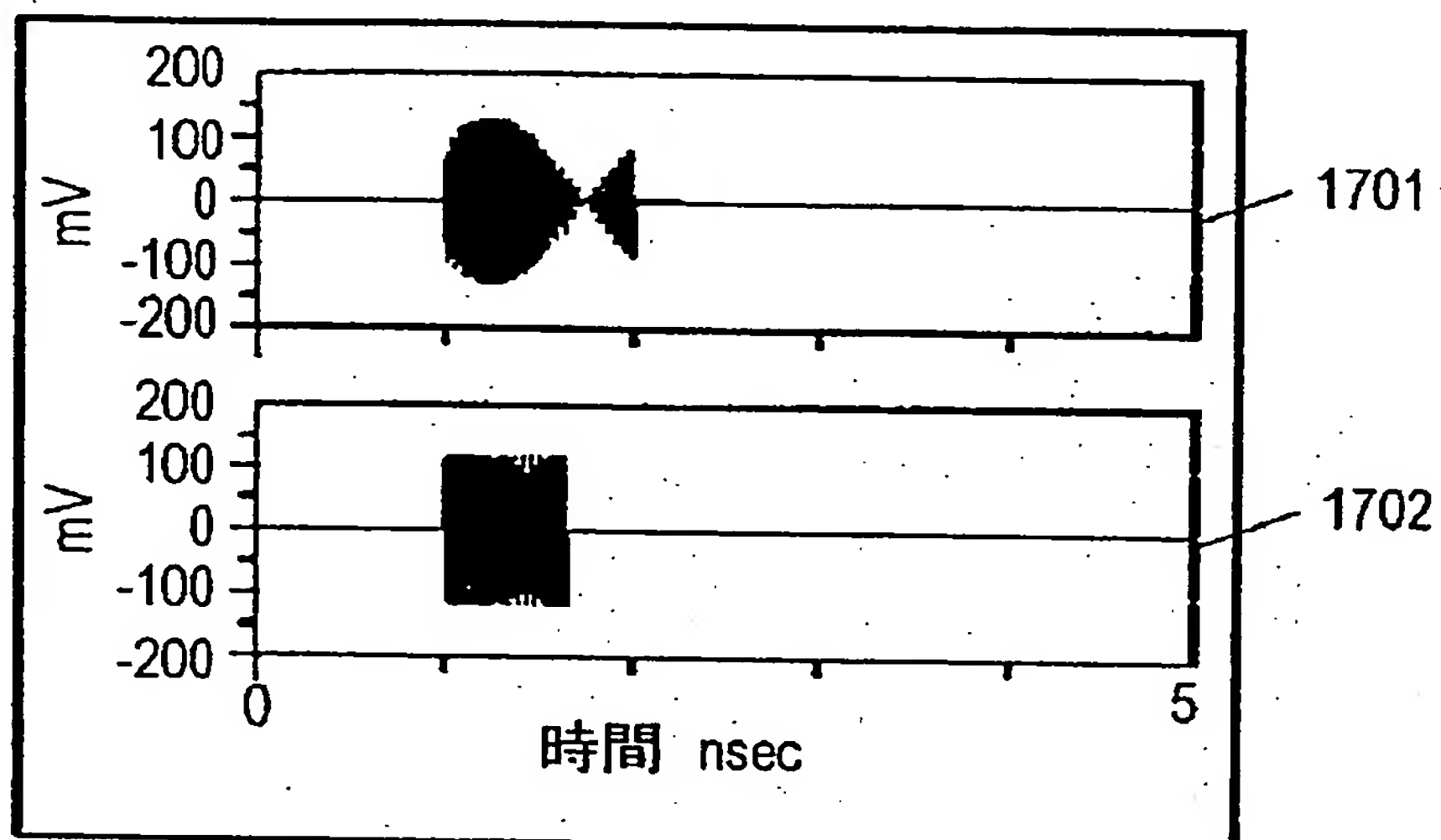
[図17A]



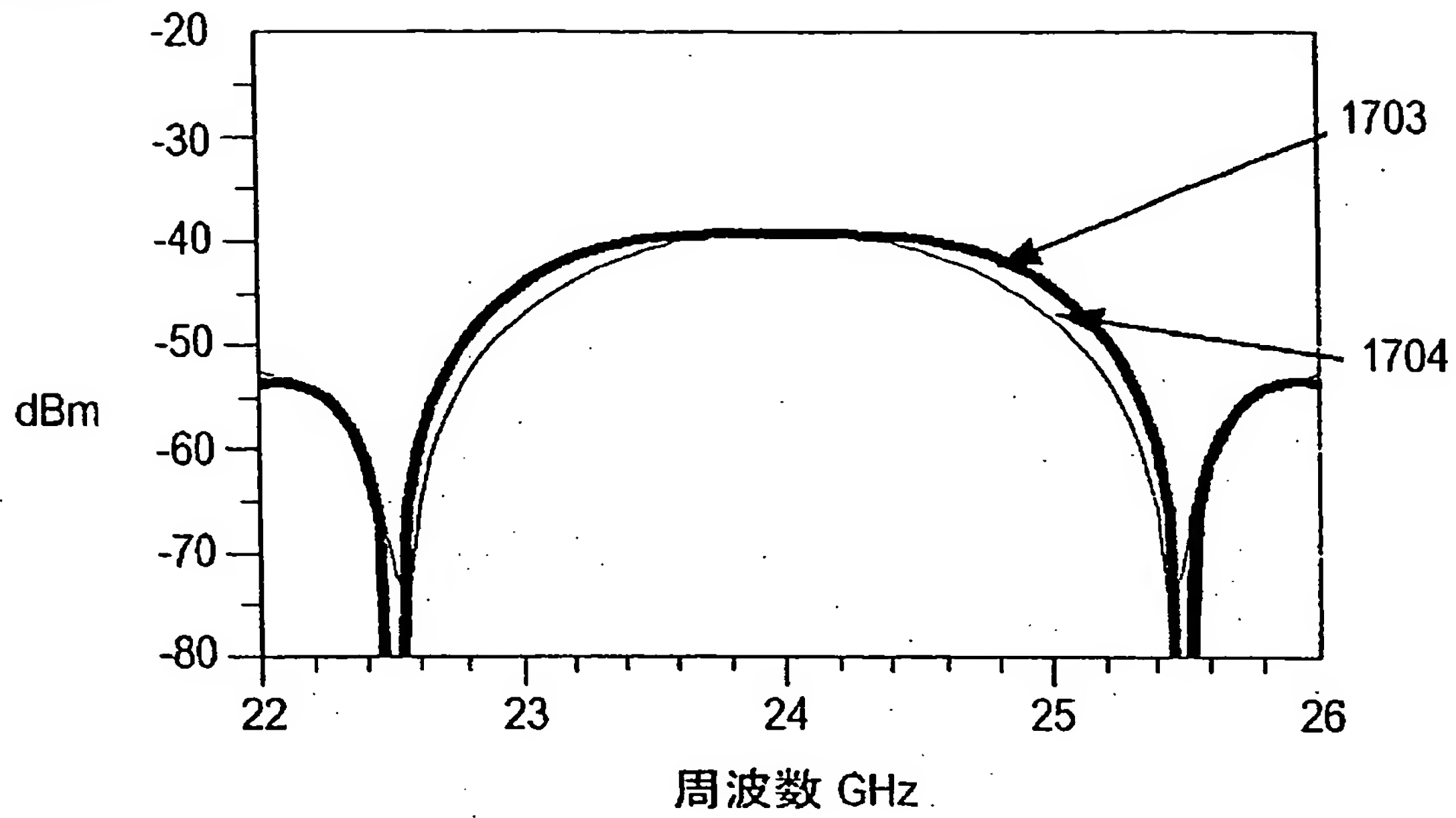
[図17B]



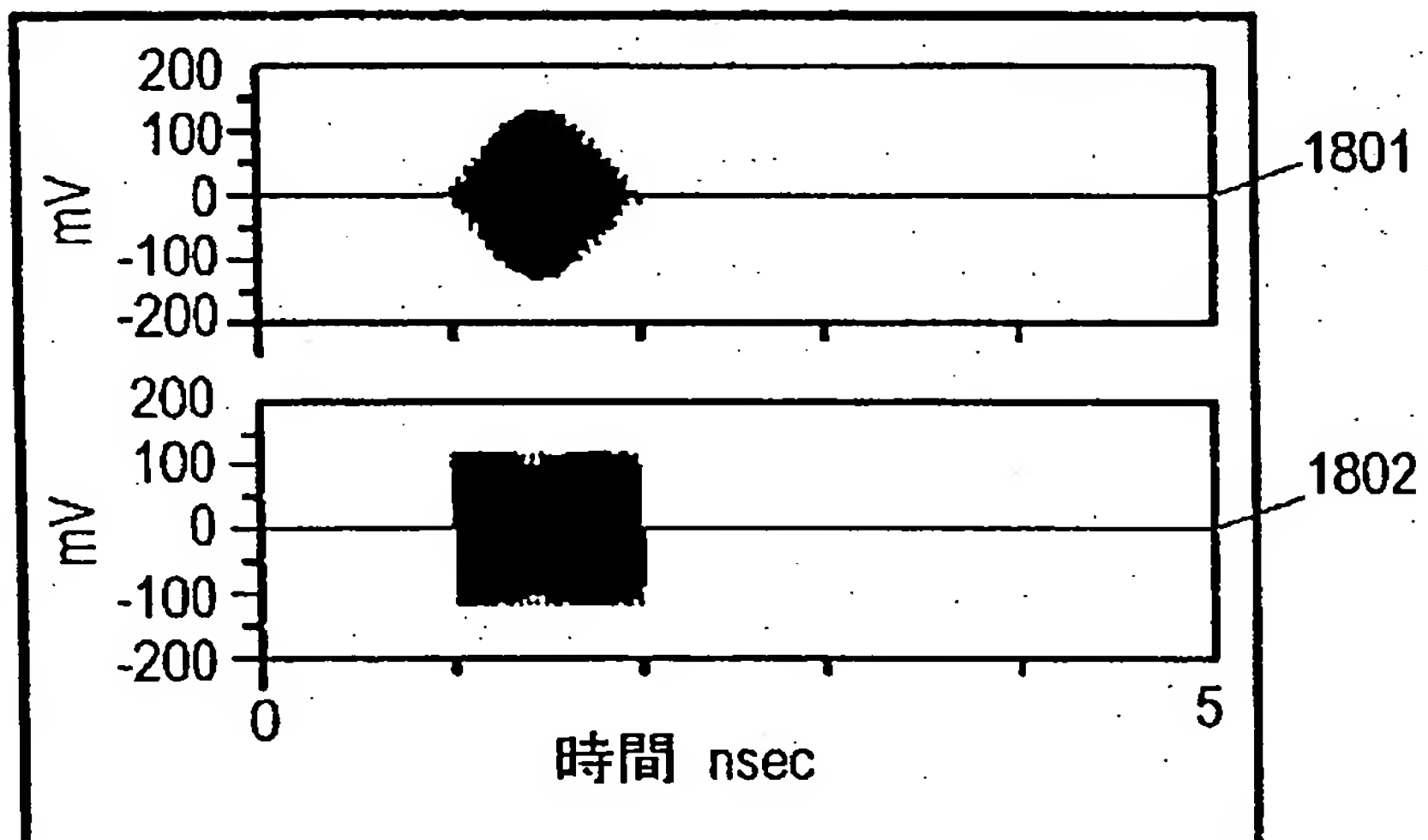
[図18A]



[図18B]

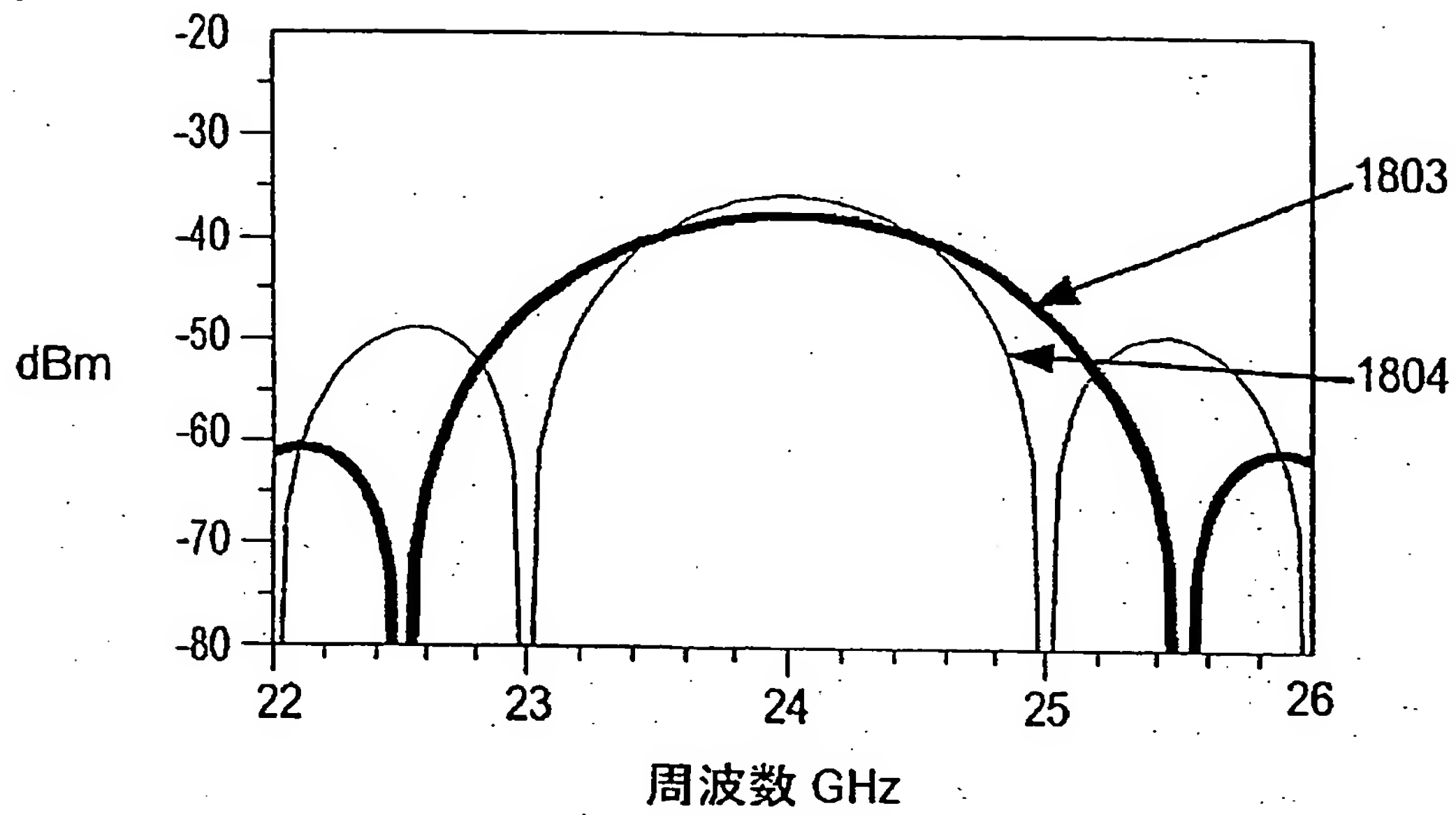


[図19A]

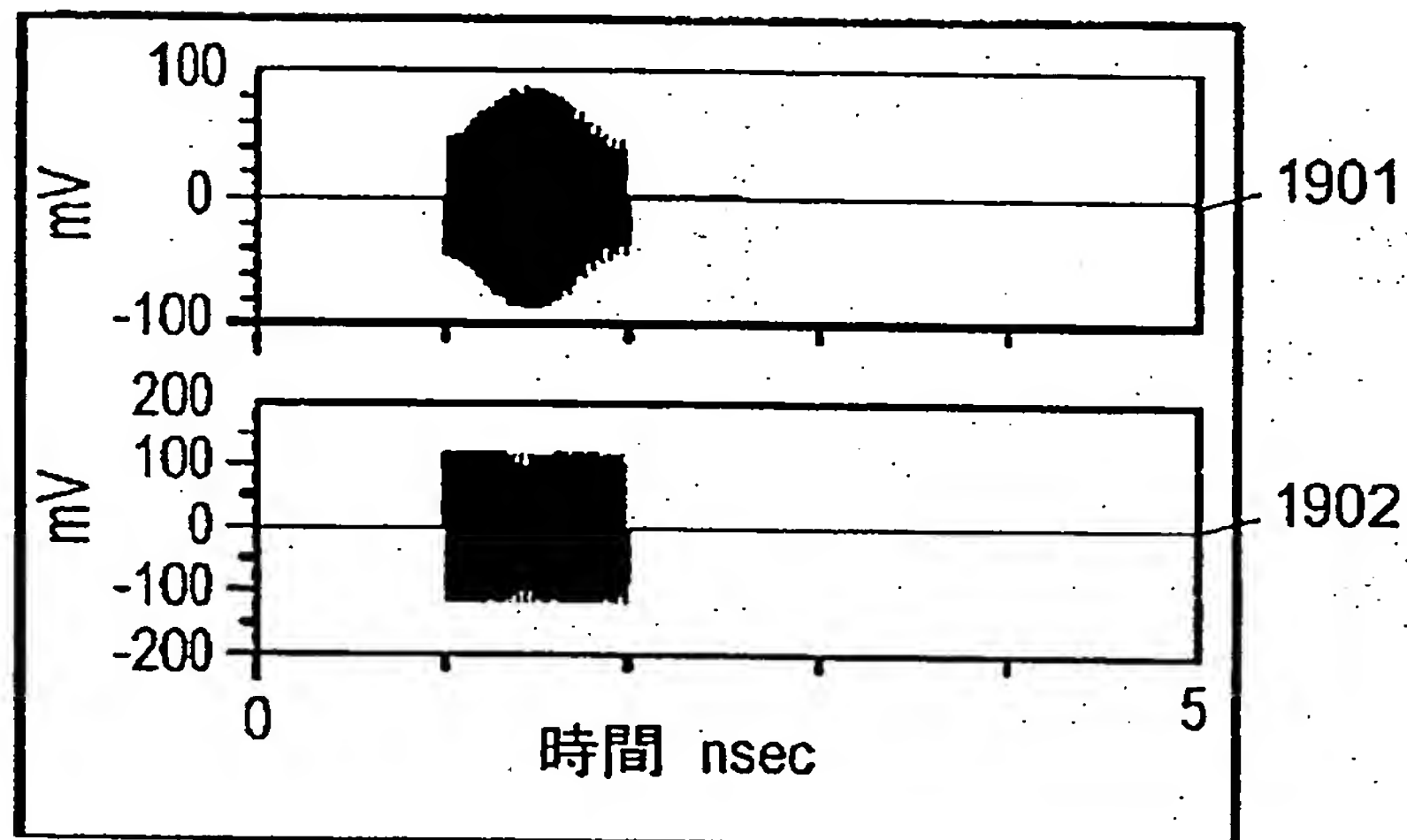




[図19B]

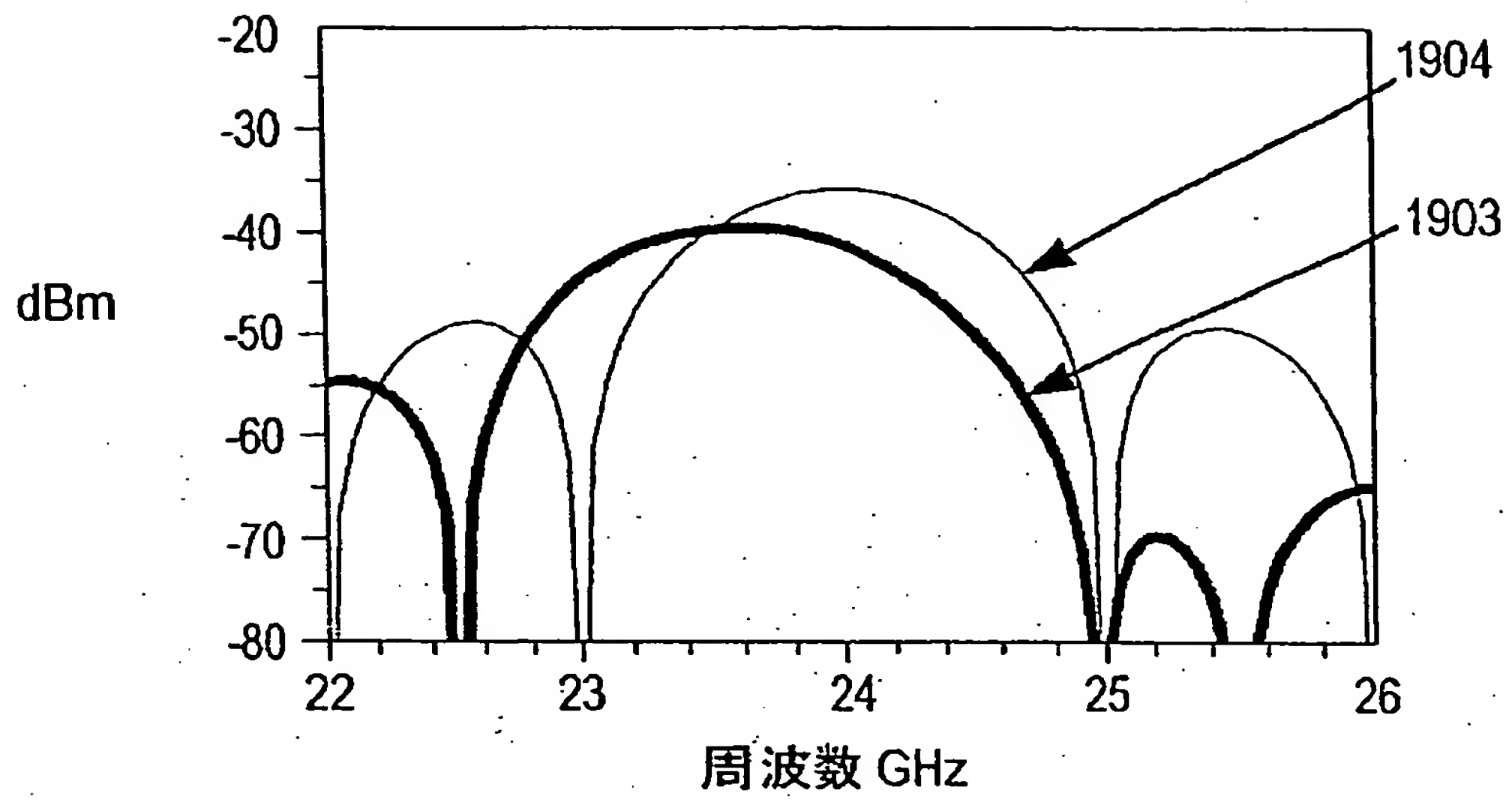


[図20A]

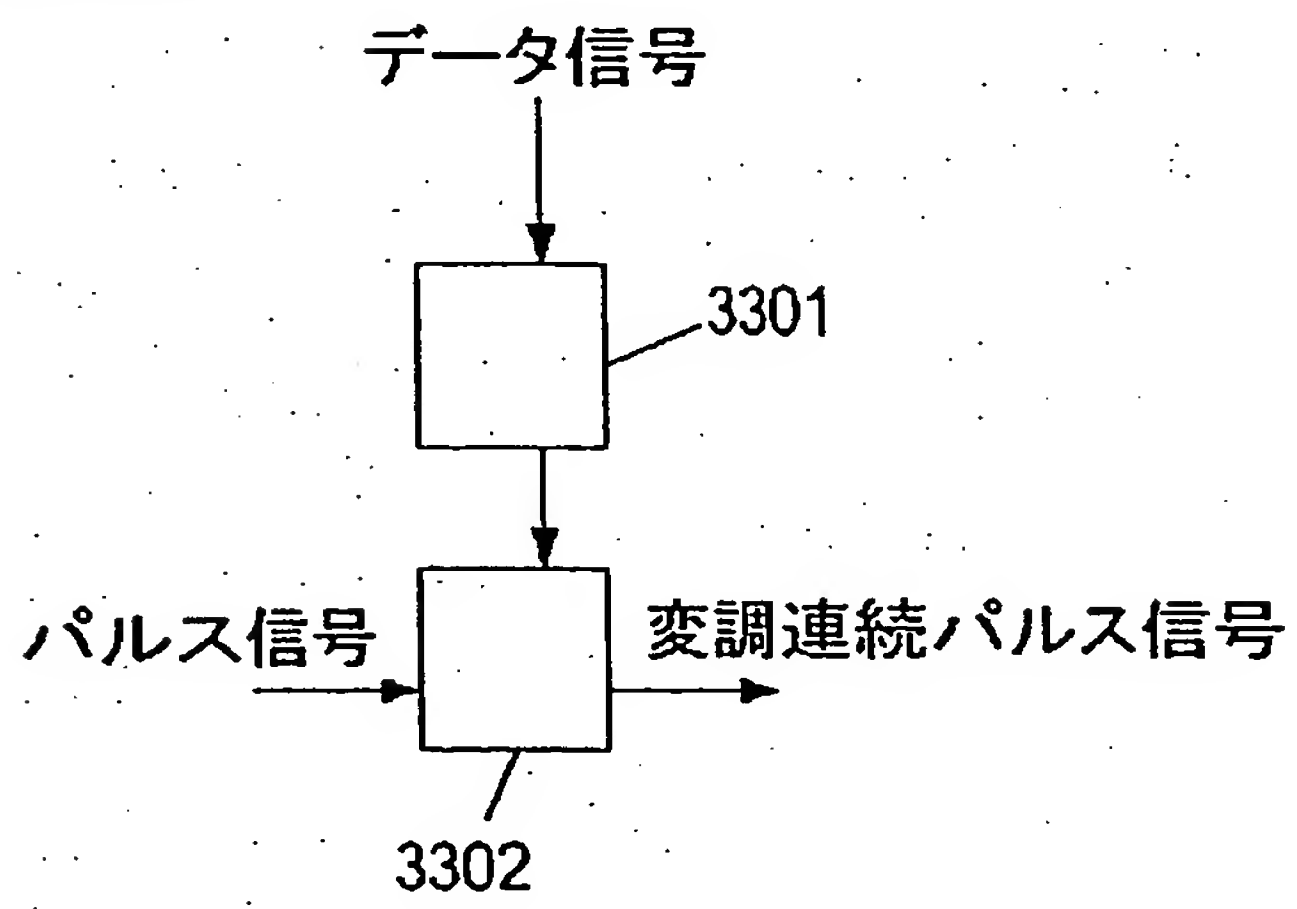


BEST AVAILABLE COPY

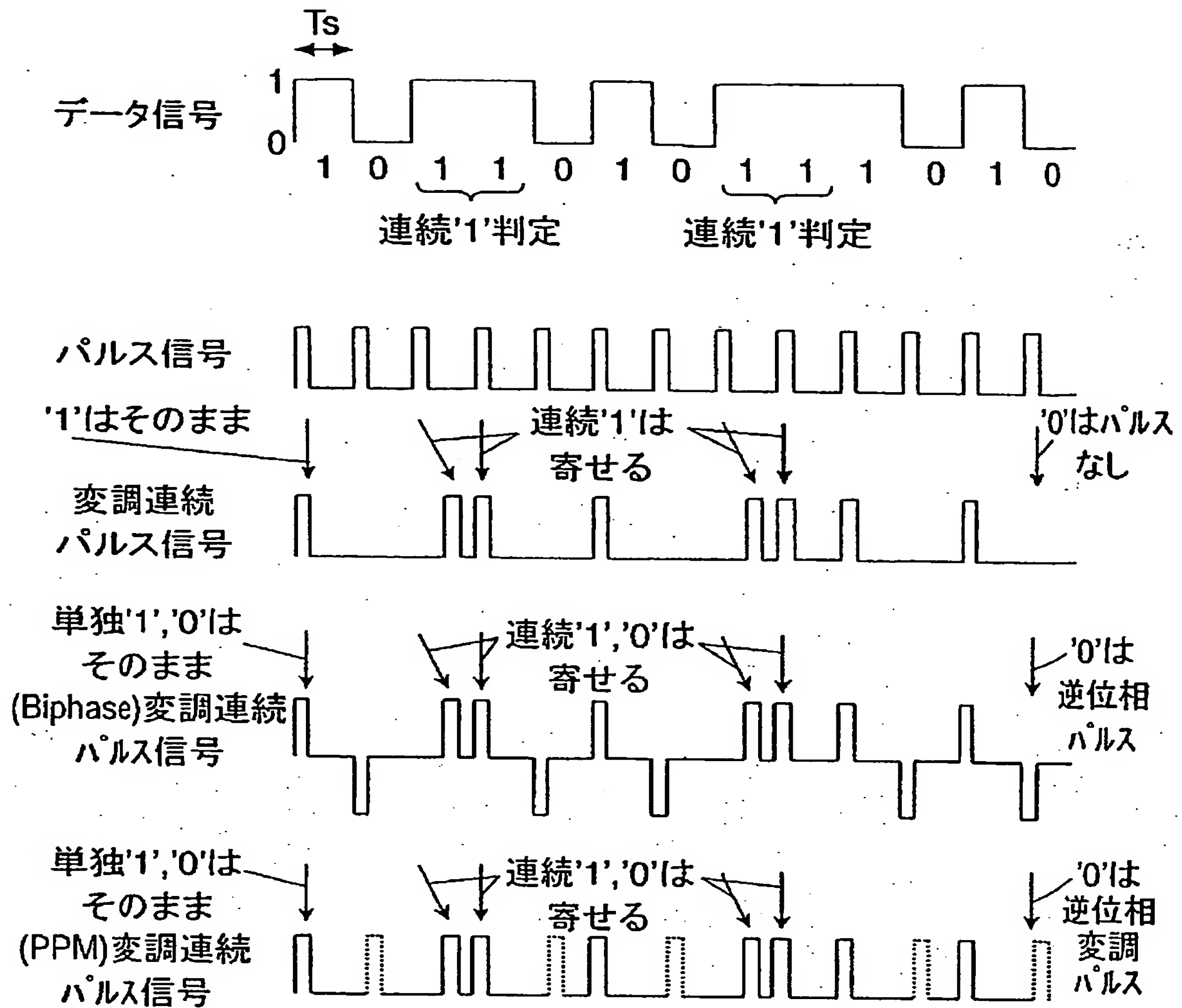
[図20B]



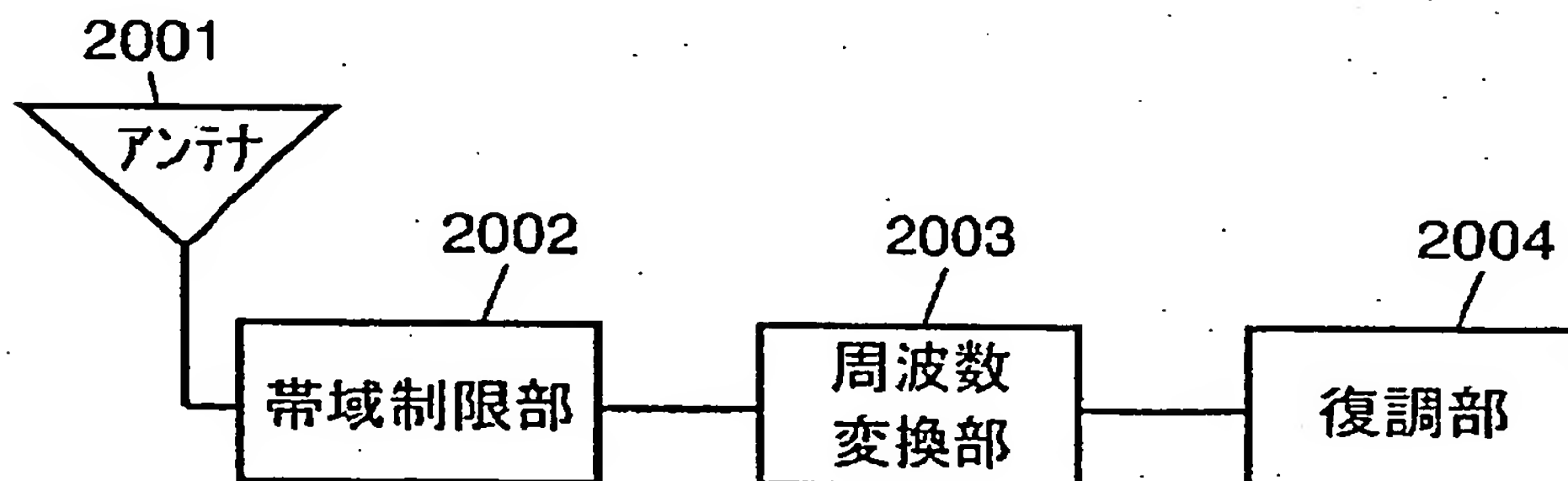
[図21A]



[図21B]

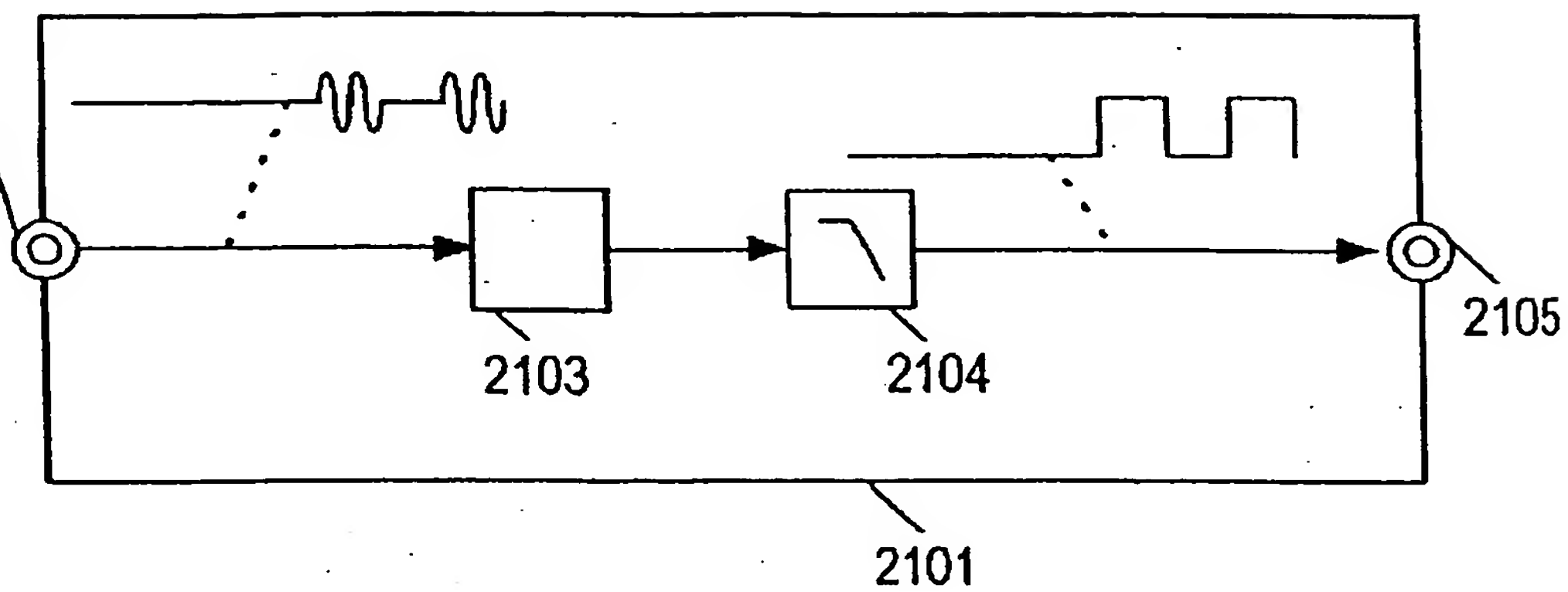


[図22]

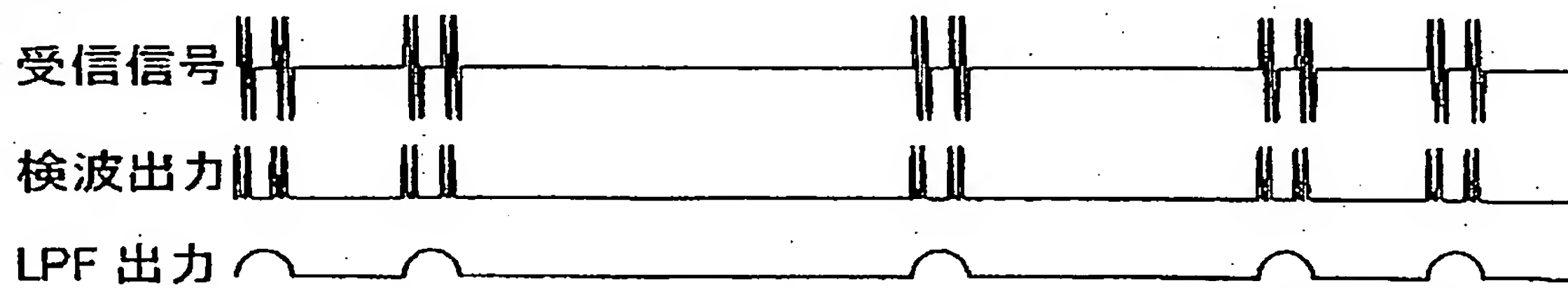


[図23A]

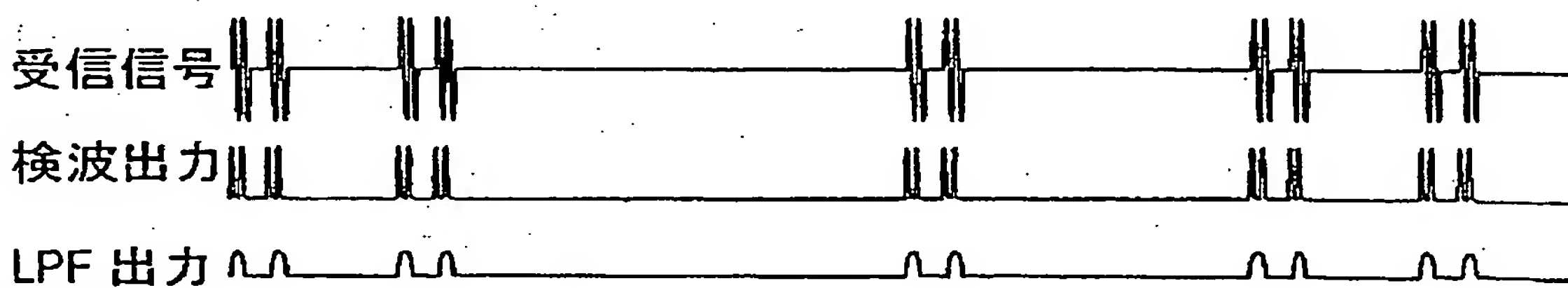
2102



[図23B]

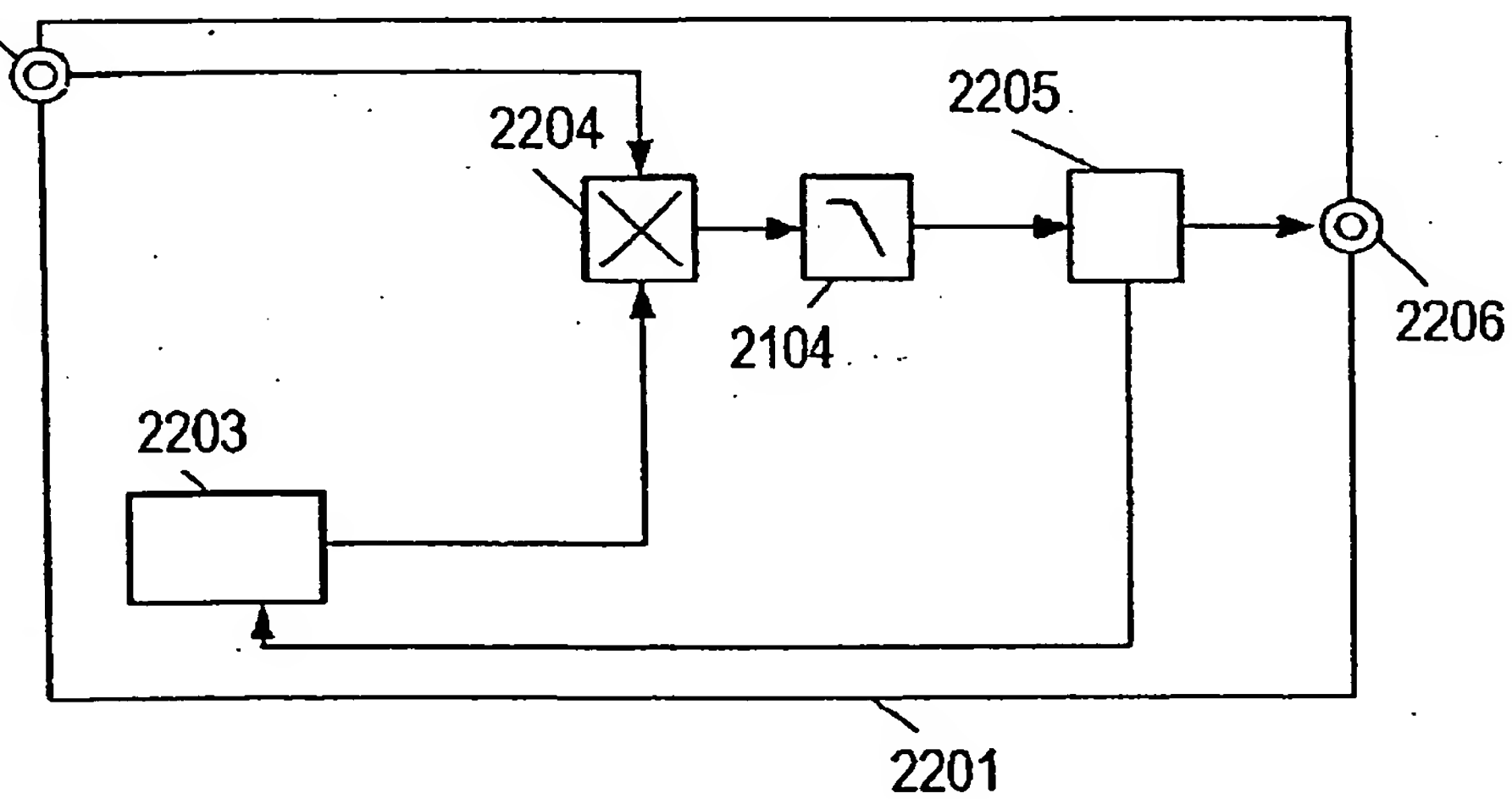


[図23C]

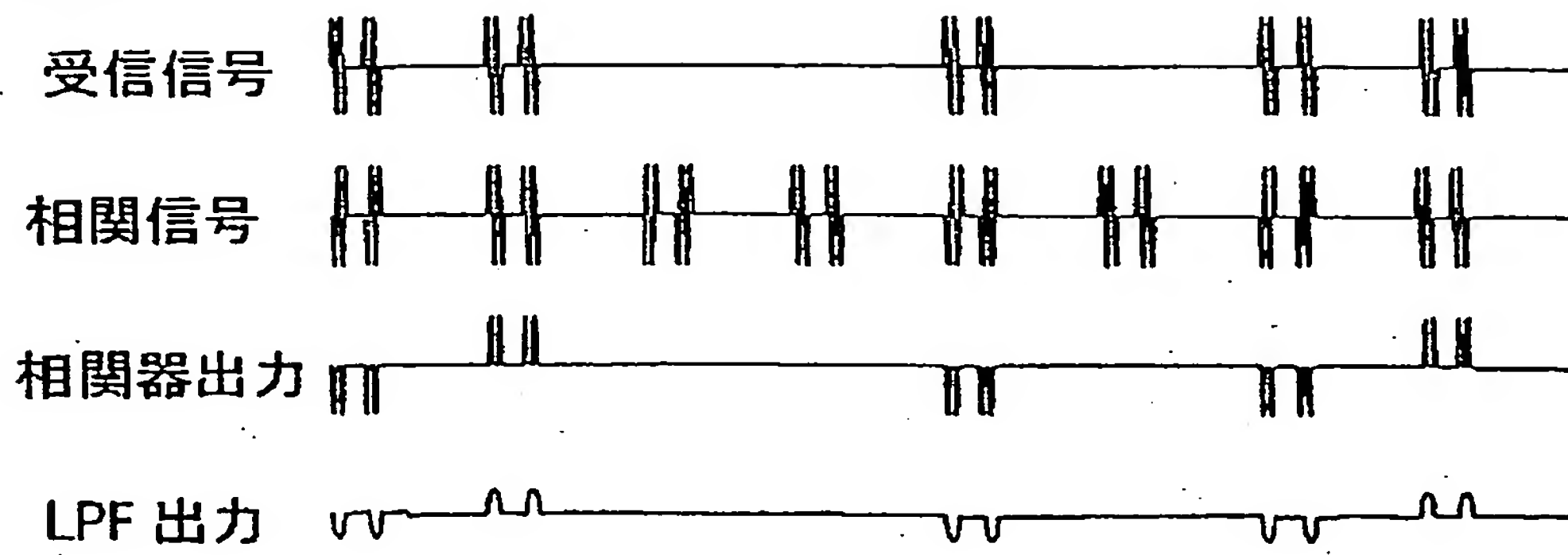


[図24A]

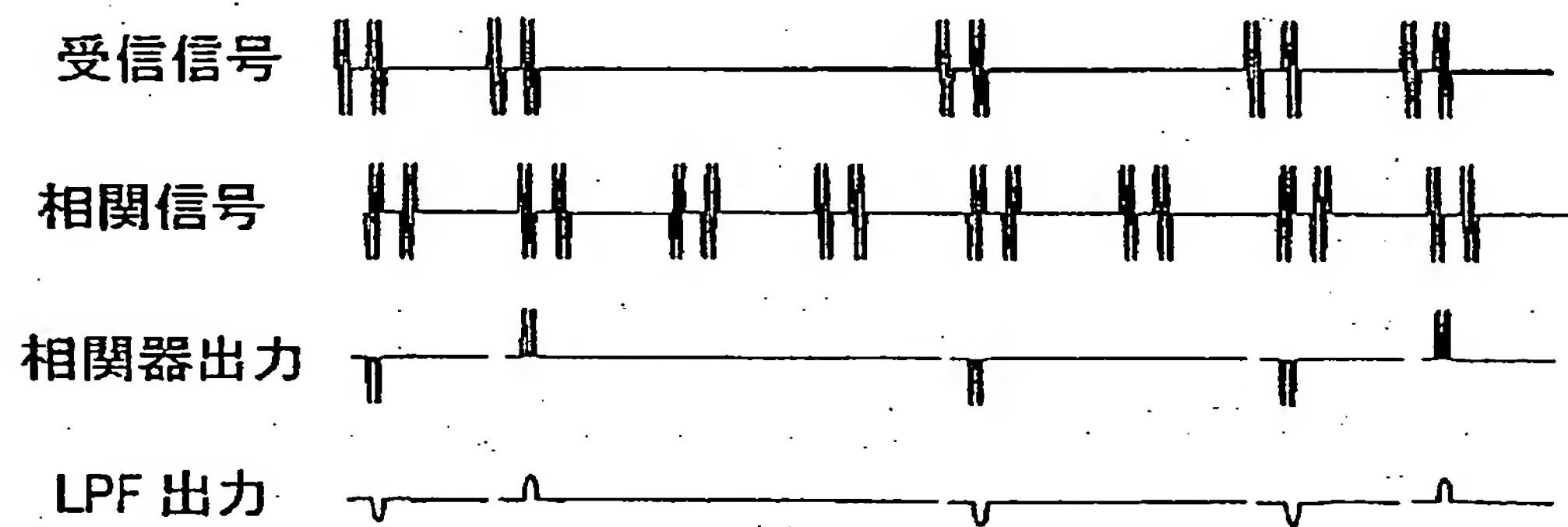
2202



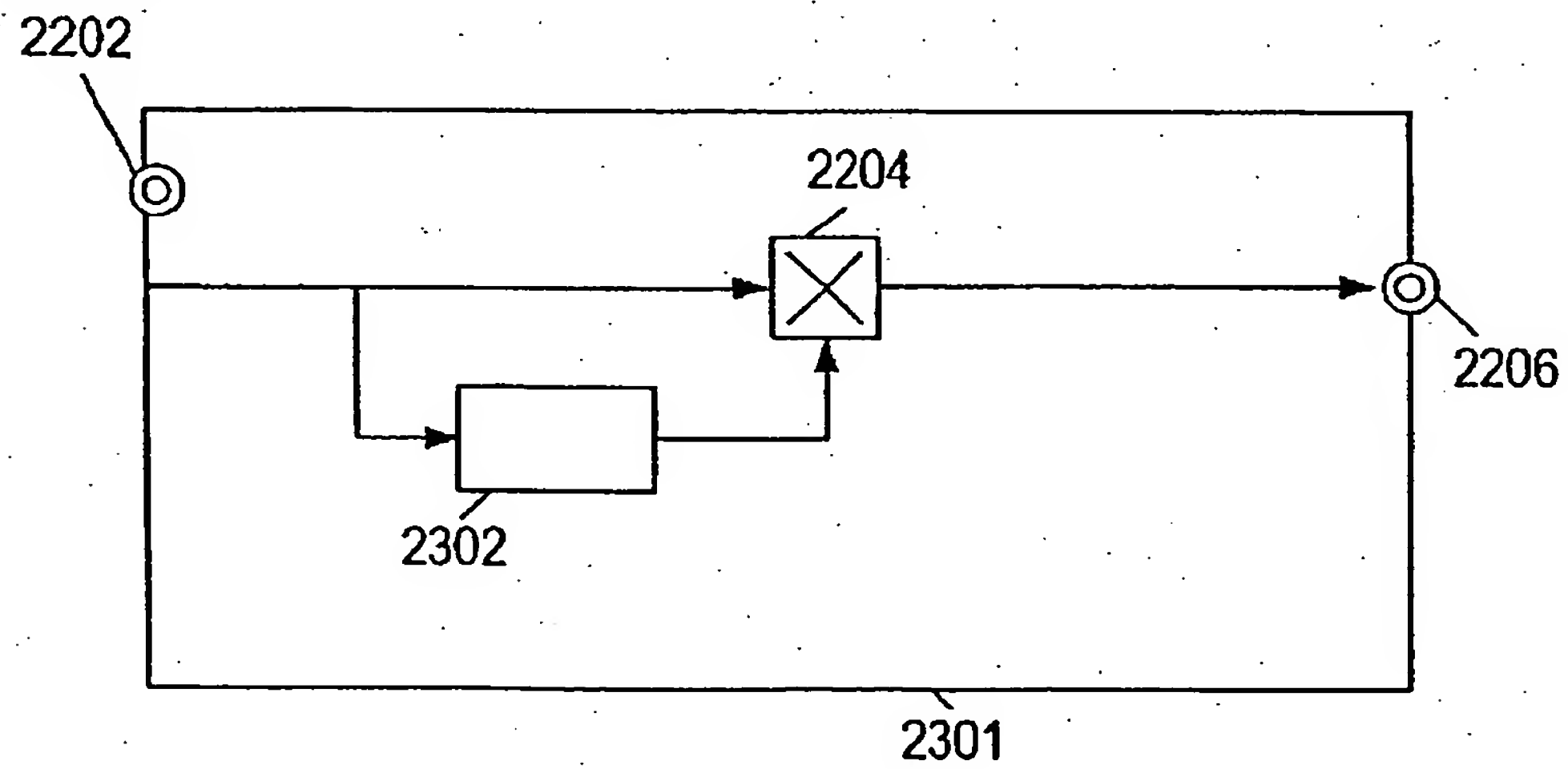
[図24B]



[図24C]

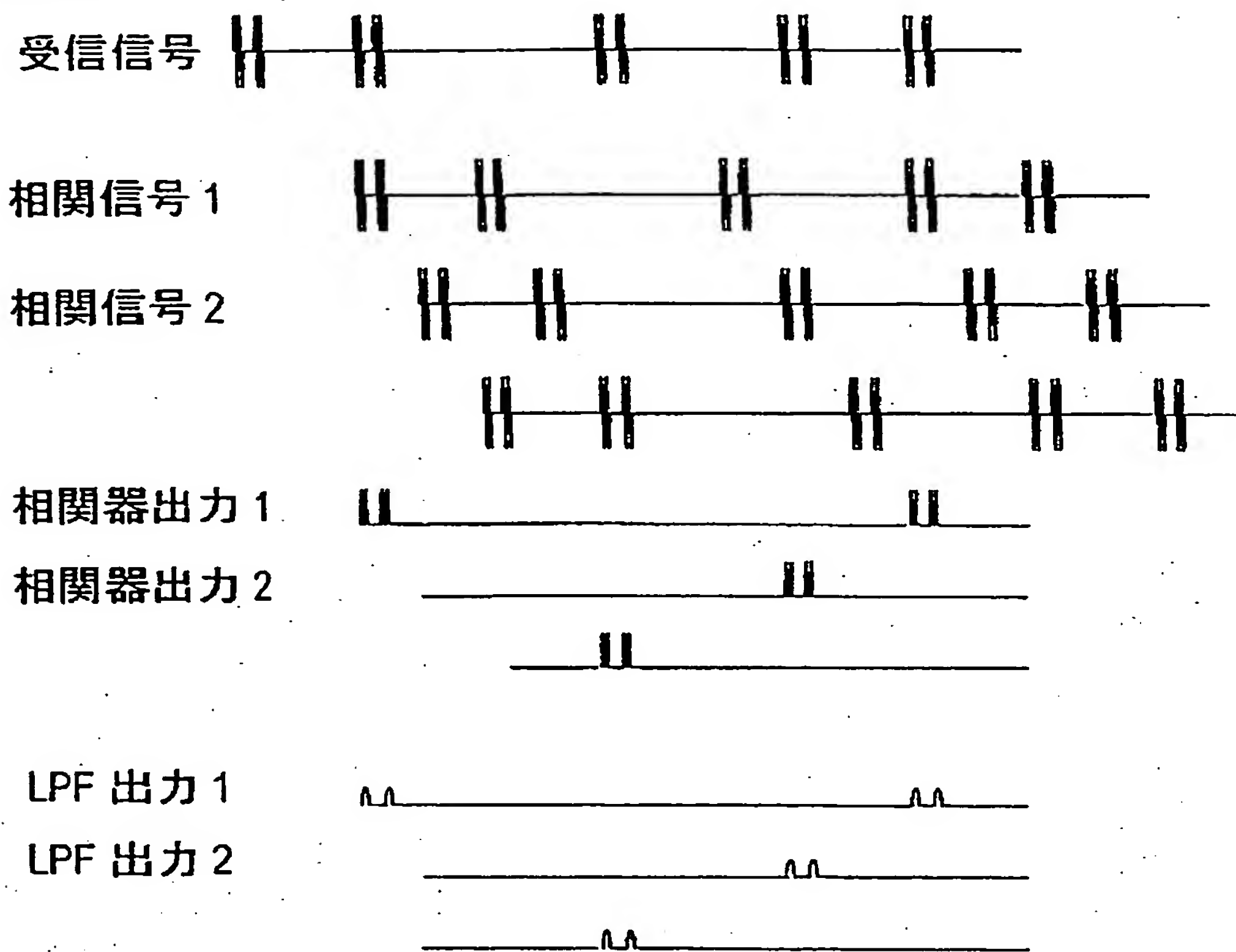


[図25A]

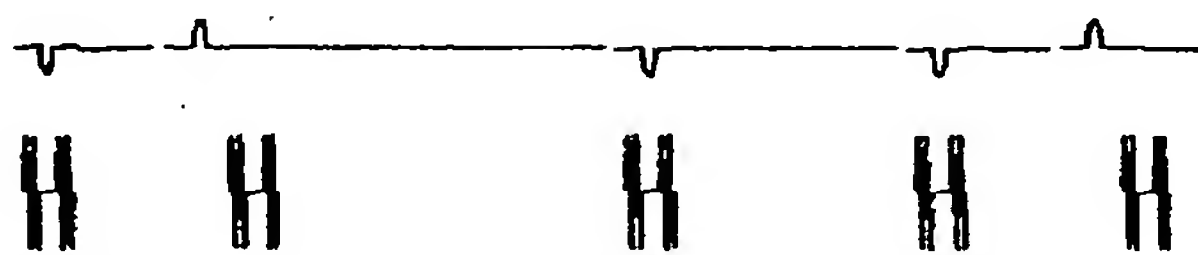




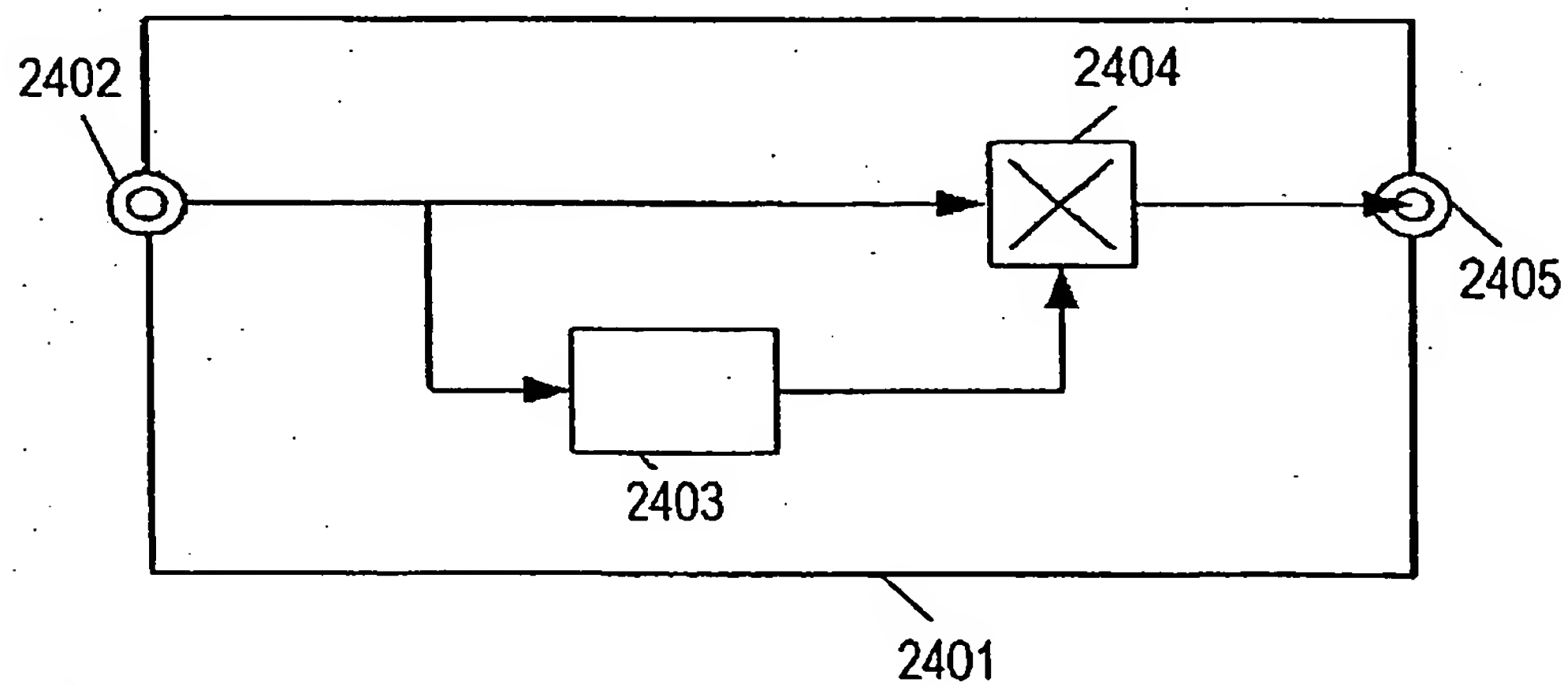
[図25B]



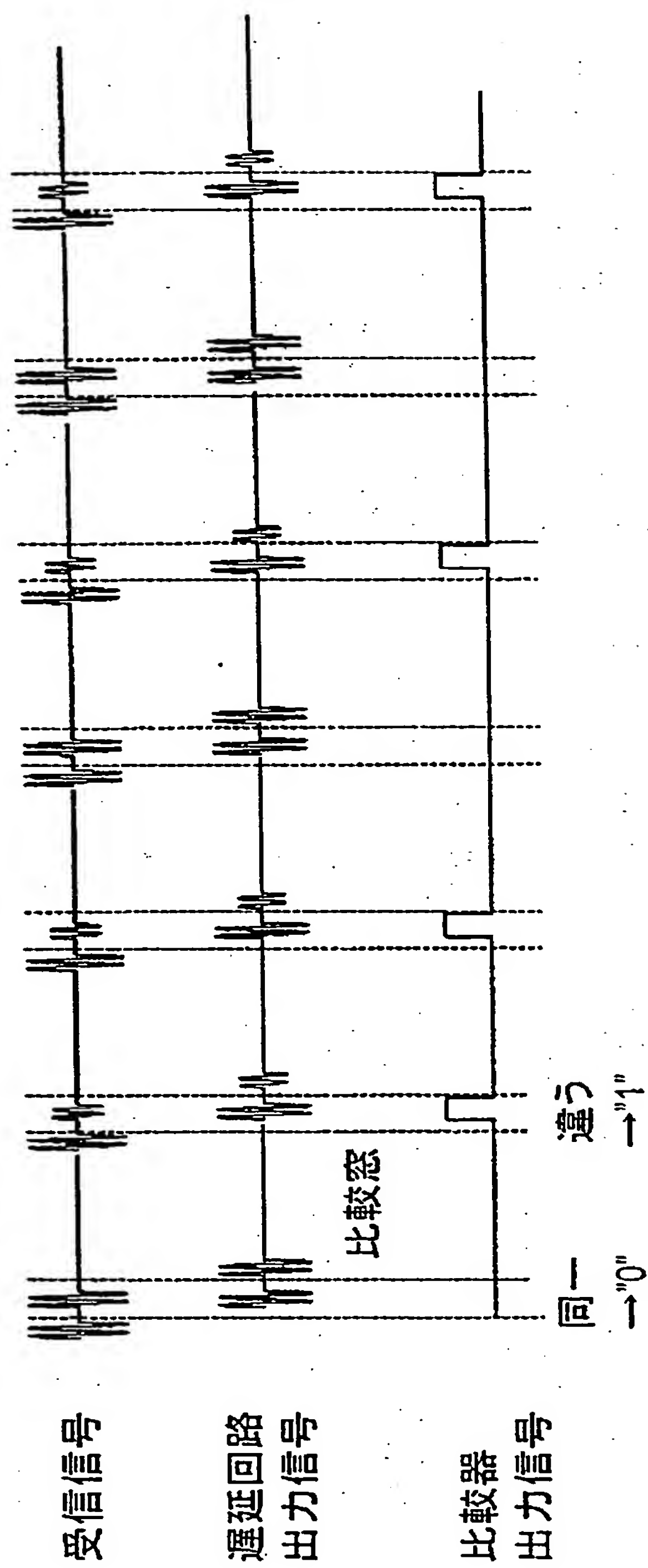
[図25C]



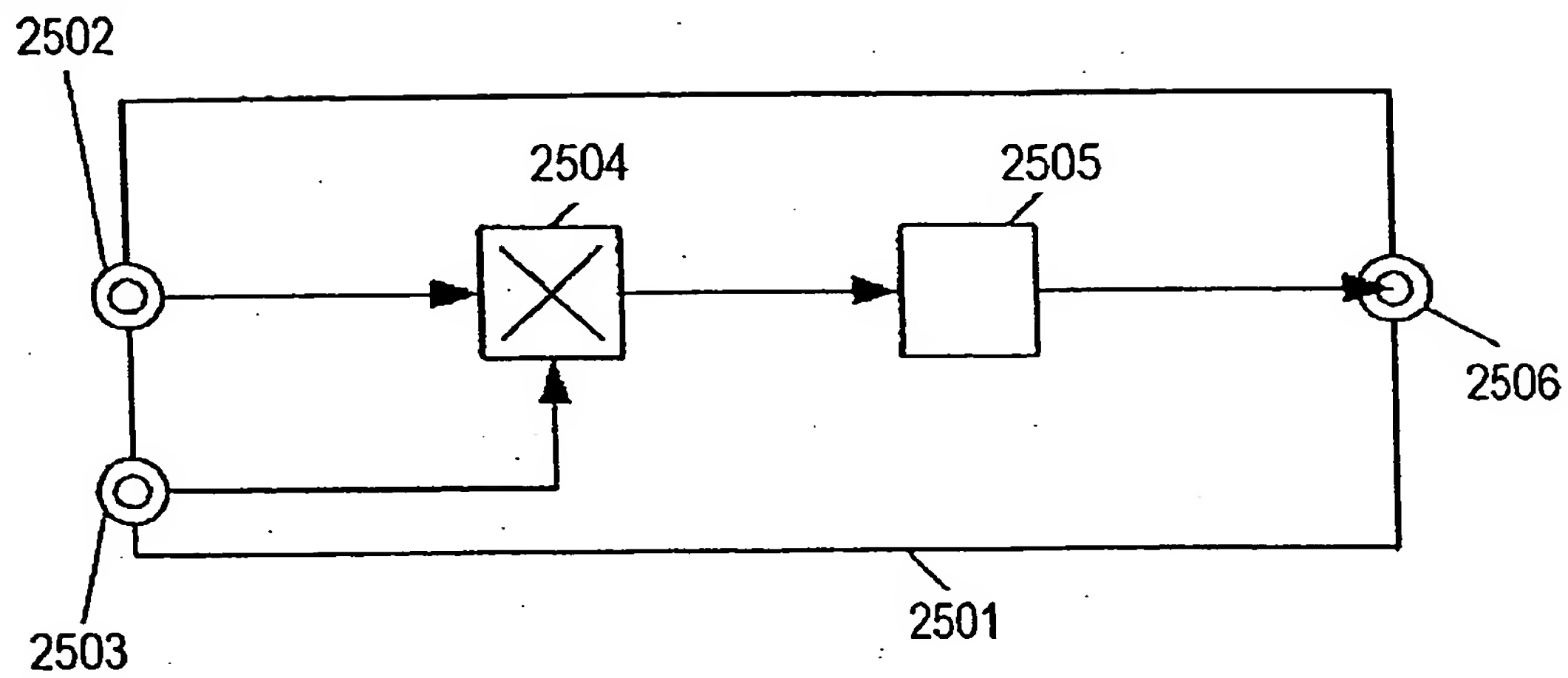
[図26A]



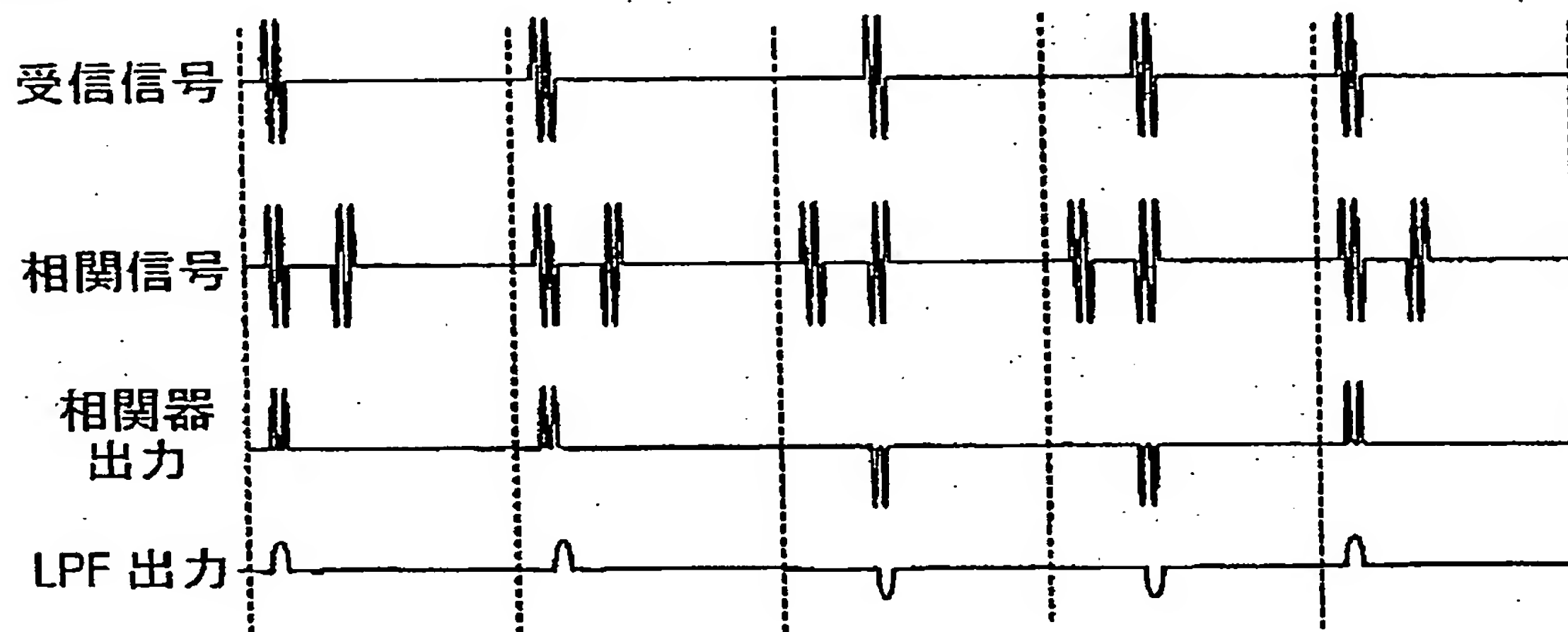
[図26B]



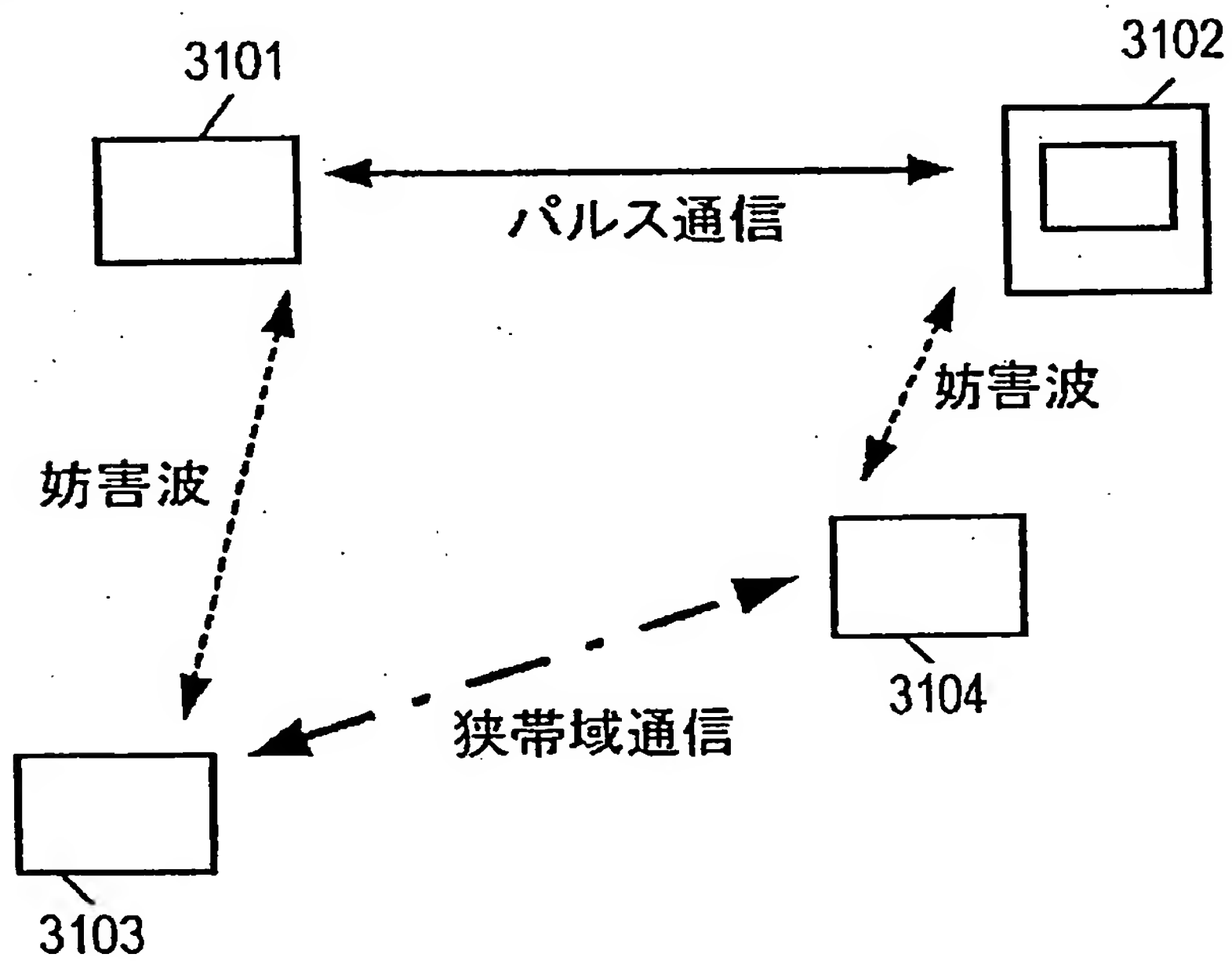
[図27A]



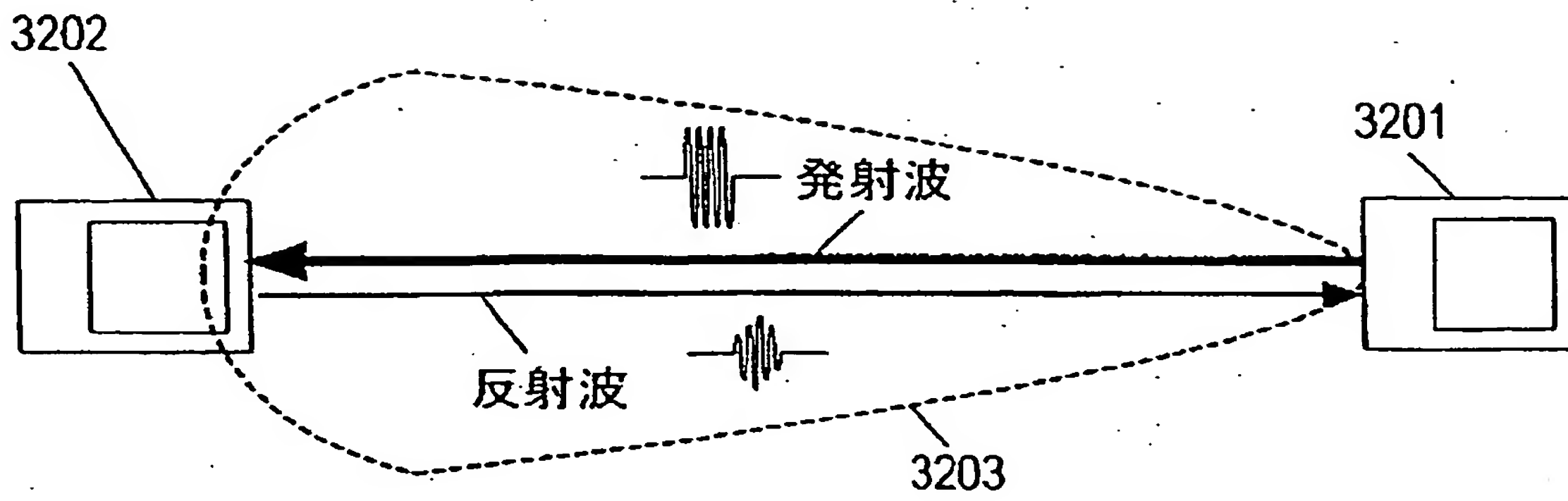
[図27B]



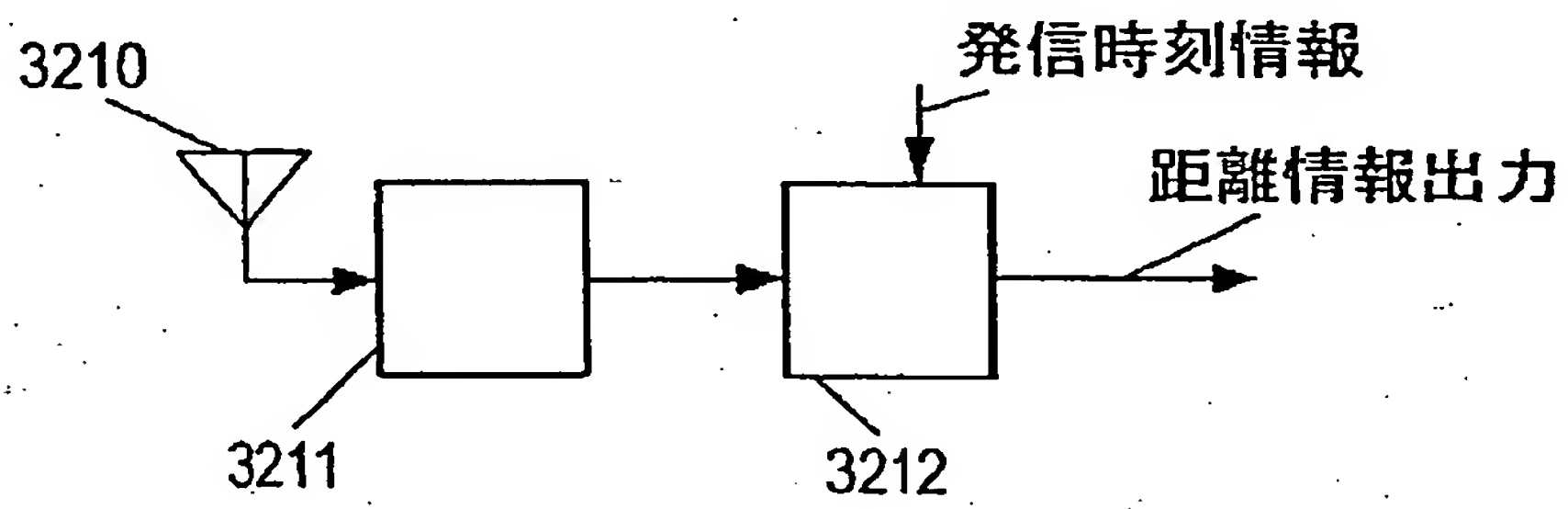
[図28]



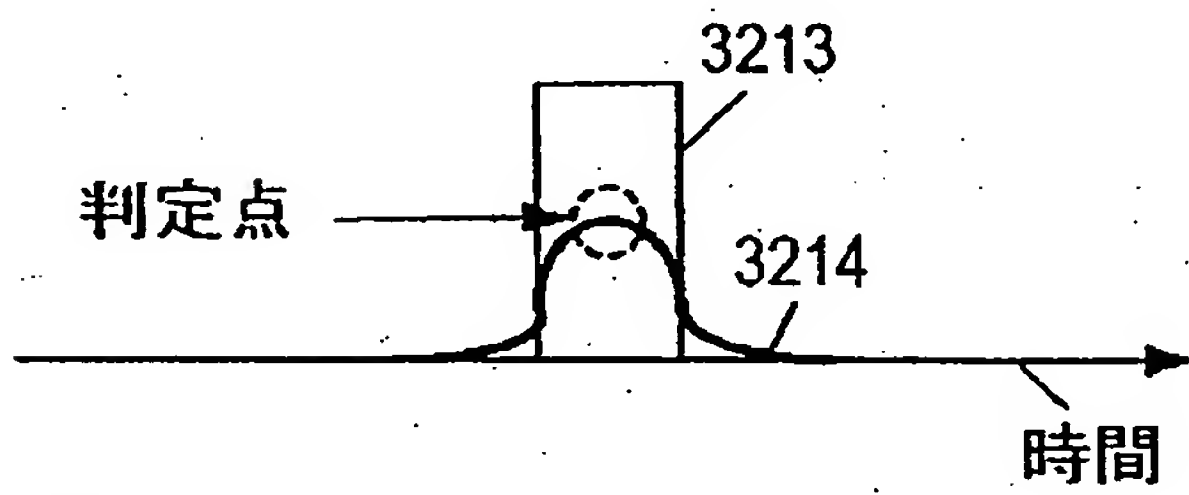
[図29A]



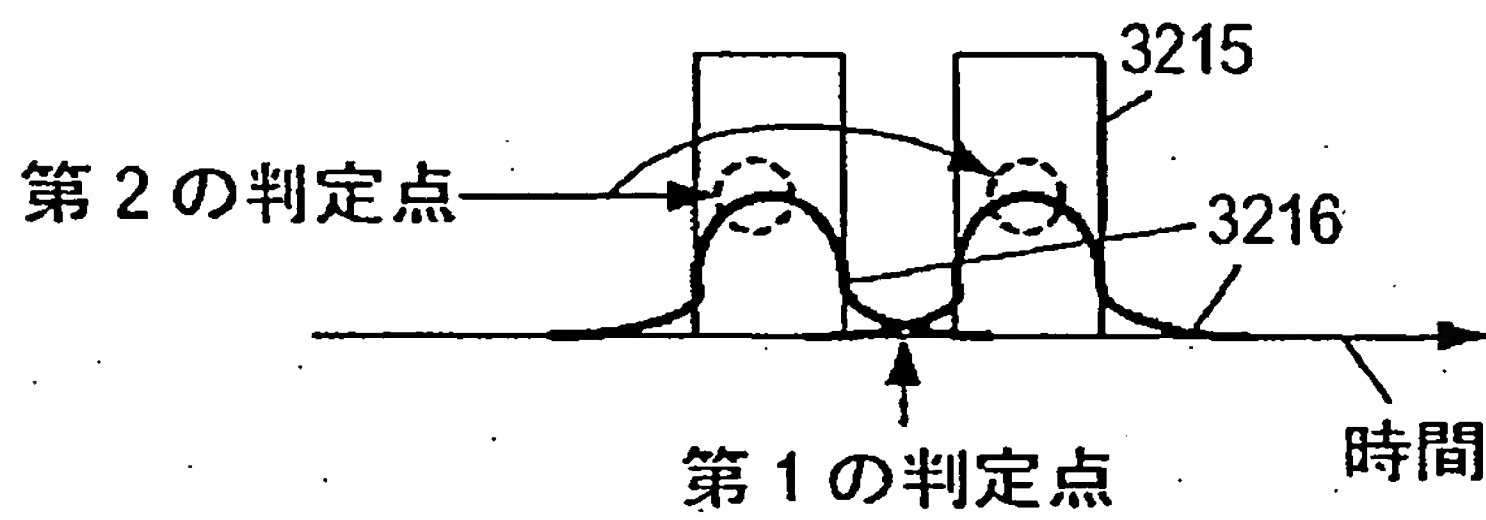
[図29B]



[図29C]



[図29D]



[図30]

